

POLITECHNIKA ŁÓDZKA

**STEFAN PRZEWŁOCKI, MARIAN CZOCHAŃSKI
GRZEGORZ KOWALSKI**

**GEODEZJA I KARTOGRAFIA
DLA INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ARCHITEKTURY**

755667

1992-2/5

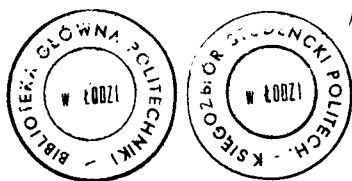
ŁÓDŹ 1994



**Recenzenci: prof. dr hab. Kazimierz Sikorski,
prof. dr hab. Adam Żurowski**

**KOMITET REDAKCYJNY
WYDAWNICTW POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ**

**Przewodniczący: prof. dr hab. Andrzej Jopkiewicz
Redaktor Naukowy Wydziału: prof. dr hab. Bogdan Rogowski**



52
75566/s

Okladka (fot.) - dr inż. Wiesław Pawłowski

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ
93-005 Łódź, ul. Wólczńska 223

ISBN 83-86453-24-9

Wydanie publikacji dofinansowane przez MEN

Nakład 1000 + 45 egz. Ark. wyd. 22,25. Ark. druk. 20,75 + 8 wklejek. Papier offset 70 g 70 × 100

Podpisano do druku 17.XI. 1994 r. Druk ukończono w grudniu 1994 r.

Zamówienie 101/94. Cena zł 45 000, —

Wykonano w A.C.G.M. S.A. LODART 93-005 Łódź, ul. Wólczńska 223
Nr 840



SPIS TREŚCI

1. ELEMENTY GEODEZJI	7
1.1. Co to jest geodezja?	7
1.2. Elementy teorii błędów pomiarów inżynierskich	8
1.2.1. Pomiary i błędy pomiarów	8
1.2.2. Poszukiwanie wartości najprawdopodobniejszej z wyników pomiarów	11
1.2.3. Wyrównywanie układów spostrzeżeń	12
1.2.4. Ocena dokładności pomiarów. Błąd średni	13
1.2.5. Błąd funkcji	15
1.2.6. Błąd względny	17
1.2.7. Rachunki na liczbach przybliżonych i rachunek małych kątów	18
1.3. Pomiary liniowe	21
1.3.1. Tyczenie linii prostych	21
1.3.2. Bezpośredni pomiar długości	24
1.3.3. Redukcje wyników pomiarów długości	25
1.4. Pomiary kątowe	28
1.4.1. Kąt poziomy i kąt pionowy	28
1.4.2. Teodolit	29
1.4.3. Warunki geometryczne głównych osi teodolitu	37
1.4.4. Poziomowanie instrumentu. Sprawdzenie i rektyfikacja libeli alidadowej	37
1.4.5. Sprawdzenie warunku kolimacji i inklinacji	39
1.4.6. Sprawdzenie warunku indeksu koła pionowego (miejsce zera)	40
1.4.7. Centrowanie teodolitu z pionem optycznym	41
1.4.8. Pomiar kątów poziomych	42
1.4.9. Pomiar kątów pionowych	45
1.4.10. Węgielnica	47
1.5. Pomiary wysokościowe	49
1.5.1. Niwelacja geometryczna	52
1.5.2. Niwelator	52
1.5.3. Łaty, repery i żabki niwelacyjne	55
1.5.4. Sprawdzenie i rektyfikacja niwelatora ze śrubą elewacyjną	58
1.5.5. Pomiar różnicy wysokości przy użyciu niwelatora ze śrubą elewacyjną	60
1.5.6. Ciąg niwelacyjny	63
1.5.7. Zastosowanie niwelacji geometrycznej w pomiarach inwentaryzacyjnych	65
1.5.8. Niwelacja trygonometryczna	70
1.6. Pomiary sytuacyjne i wysokościowe małych obszarów	74
1.6.1. Pomiary sytuacyjne	74
1.6.2. Nanoszenie szczegółów na mapę. Kartowanie	77
1.6.3. Pomiary wysokościowe	80
1.6.4. Interpolacja warstwic	83
1.6.5. Pomiary tras	85

1.7. Pomiary inwentaryzacyjne urządzeń podziemnych i nadziemnych	88
1.7.1. Terminologia. Nazwy i określenia. Podstawowe wiadomości	88
1.7.2. Pomiary bezpośrednie urządzeń podziemnych, naziemnych i nadziemnych	102
1.7.3. Inwentaryzacja urządzeń podziemnych za pomocą lokalizatorów elektronicznych	104
1.7.4. Sprawdzanie terenów nieznanymi	129
1.7.5. Wykrywacz instalacji podziemnych WIP	130
1.8. Geodezyjne opracowanie i wyznaczanie w terenie elementów planu zagospodarowania przestrzennego	132
1.8.1. Opracowania geodezyjno – kartograficzne do celów projektowych	132
1.8.2. Geodezyjne opracowanie szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego	134
1.8.3. Geodezyjne opracowanie szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego za pomocą elektronicznych maszyn cyfrowych	143
1.8.4. Ogólne uwagi o projektowaniu i realizacji pionowego ukształtowania terenów budowlanych w miastach	145
1.9. Inwentaryzacja architektoniczno – budowlana	149
1.9.1. Pomiary sytuacyjne	150
1.9.2. Pomiary wysokościowe	162
Literatura do rozdz. 1	166
2. ELEMENTY KARTOGRAFII	169
2.1. Wprowadzenie	169
2.2. Związki mapy z inżynierią środowiska	170
2.3. Mapa graficzna i numeryczna	184
2.4. Klasyfikacja map	185
2.5. Mapy topograficzne	187
2.6. Mapy tematyczne	194
2.7. Mapa zasadnicza	207
2.8. Sporządzanie map	213
2.8.1. Przepisy formalne i techniczne sporządzania typowych opracowań kartograficznych	213
2.9. Atlasy, systemy i zbiory użytkowe map	219
2.10. Ewidencja gruntów i budynków	224
2.11. Miejskowe plany zagospodarowania przestrzennego	232
2.12. Systemy informacji przestrzennej	233
2.13. Wykorzystanie map jako źródła informacji o terenie i podkładu do prac planistycznych – projektowych	238
2.13.1. Czytanie i interpretacja treści mapy	240
2.13.2. Pomiary na mapie	240
2.14. Pomiary na płaszczyźnie	241
2.14.1. Pomiar długości odcinka	243
2.14.2. Odkładanie długości na mapie	243
2.14.3. Odczytanie współrzędnych punktu na mapie	244
2.14.4. Wniesienie na mapę punktu o zadanych współrzędnych	245
2.14.5. Obliczenie pola powierzchni działki na mapie	246
2.14.6. Pomiar długości linii krzywych na mapie	251
2.14.7. Pomiar kąta na mapie	253

2.14.8. Przykład zastosowania pomiarów na mapie	255
2.15. Pomiary związane z ukształtowaniem rzeźby terenu	262
2.15.1. Określenie wysokości punktu na mapie	262
2.15.2. Określenie kąta nachylenia terenu	265
2.15.3. Wyznaczanie linii o stałym spadku	267
2.15.4. Sporządzanie profilu rzeźby terenu	268
2.15.5. Projektowanie niwelety	270
2.15.6. Określenie wzajemnej widoczności punktów i pól niewidocznych	274
2.15.7. Zastosowanie rzutów cechowanych przy projektowaniu robót ziemnych	276
2.15.8. Obliczanie objętości robót ziemnych	283
2.15.9. Określanie działów wodnych	290
2.16. Sporządzanie obrazów perspektywicznych	292
2.17. Praca z mapą w terenie	298
Literatura do rozdz. 2	307
 3. SZACOWANIE NIERUCHOMOŚCI I POWSZECHNA TAKSACJA NIERUCHOMOŚCI	310
3.1. Wprowadzenie	310
3.2. Szacowanie nieruchomości	311
3.3. Powszechna taksacja nieruchomości	315
3.3.1. Podstawy taksometryczne	316
3.3.2. Procedura powszechnej taksacji	318
3.4. Mapy stref taksacyjnych	323
3.4.1. Strefowanie taksacyjne	323
3.4.2. Monitoring rynku nieruchomości	325
3.4.3. Opracowanie mapy stref taksacyjnych	327
Literatura do rozdz. 3	329





1. ELEMENTY GEODEZJI

1.1. Co to jest geodezja ?

Geodezja jest dziedziną nauki i praktyki inżynierskiej, której celem jest w ogólności określenie kształtu i figury Ziemi, zaś w szczególności określenie wzajemnego położenia w przestrzeni przedmiotów terenowych – szczegółów zagospodarowania powierzchni Ziemi. Wynikiem prac geodezyjnych jest szczegółowa mapa sytuacyjno – wysokościowa. Określenie wzajemnego położenia w przestrzeni przedmiotów terenowych uzyskuje się drogą pomiaru metodami geodezyjnymi współrzędnych charakterystycznych punktów tych przedmiotów w jednolitym układzie. W praktyce geodezyjnej mamy do czynienia z dwoma układami:

- układem współrzędnych płaskich X, Y dla określenia położenia punktu na powierzchni odniesienia drogą pomiarów sytuacyjnych,
- układem wysokościowym H dla określenia położenia punktów względem powierzchni odniesienia drogą pomiarów wysokościowych.

Oba układy mogą mieć zasięg państwowy, obowiązujący na terenie całego państwa lub nawet grupy państw, bądź zasięg lokalny miasta, gminy bądź pojedynczego obiektu.

Punkty będące przedmiotem pomiarów geodezyjnych zgrupować można w dwa zbiory:

- zbiór punktów geodezyjnych specjalnie stabilizowanych lub markowanych w terenie, będących materializacją układu współrzędnych i stanowiących ośnowę geodezyjną, która jest podstawą matematyczną pomiarów szczegółowych,
- zbiór punktów szczegółowych (charakterystycznych punktów przedmiotów terenowych), których położenie wyznaczane jest w oparciu o punkty osnowy geodezyjnej.

Jak wiadomo z kursu geometrii analitycznej dla wyznaczenia położenia punktu w przestrzeni (określenia współrzędnych) konieczna jest znajomość wielkości elementów liniowych lub kątowych bądź kombinacji obu rodzajów elementów. Stąd w geodezji znakomita większość prac pomiarowych to pomiary

liniowe i pomiary kątowe. Cechą charakterystyczną metod geodezyjnych jest stosowanie technologii pomiarowych pozwalających na uzyskanie wyników w płaszczyźnie poziomej oraz w płaszczyźnie pionowej. Jest to konsekwencja przyjęcia prostoliniowego układu współrzędnych prostokątnych.

1.2. Elementy teorii błędów pomiarów inżynierskich

1.2.1. Pomiary i błędy pomiarów

Mierzeniem nazywamy czynność, w wyniku której określamy wielkość fizyczną przez porównanie jej z odpowiednią jednostką miary. Wyniki pomiarów w postaci liczbowej nazywa się w rachunku wyrównawczym spostrzeżeniami. Pomiary wykonuje się w celu ustalenia prawdziwej miary określonej wielkości fizycznej w przyjętych jednostkach.

Owo poszukiwanie prawdziwej miary jest ciągle niespełnioną dążnością człowieka również w geodezji. Ogranicza ją skończona precyzja urządzeń pomiarowych, niedoskonałość naszych zmysłów i ciągle nie do końca określony wpływ warunków zewnętrznych na wyniki pomiaru. Stąd wynik pomiaru jest zawsze wielkością przybliżoną, która od poszukiwanej wielkości prawdziwej różni się wielkością zwaną błędem prawdziwym. Dokładność pomiaru jest rozumiana jako stopień przybliżenia wyniku pomiaru do wielkości prawdziwej i dokładność jest tym większa im mniejszy jest błąd prawdziwy. Będziemy więc rozumieć błąd pomiaru również jako miarę jego dokładności.

Świadomość niemożności uzyskania prawdziwej wartości wielkości mierzonej, a zatem również błędu prawdziwego zmusiła techników i matematyków do poszukiwania pewnych modeli zastępczych przydatnych do obróbki wyników pomiarów. Zajmuje się tym specjalny dział nauki zwany rachunkiem wyrównawczym. Do zadań rachunku wyrównawczego należą:

- poszukiwanie wielkości najprawdopodobniejszych z wyników pomiarów,
- wyrównanie układów spostrzeżeń, czyli znalezienia takich najlepszych poprawek spostrzeżeń by po dodaniu ich do wyników pomiarów były spełnione warunki, którym te spostrzeżenia mają podlegać,
- badanie zgodności spostrzeżeń i charakteru popełnionych błędów czyli ocena dokładności,
- znajdowanie niewiadomych danego zagadnienia.

W geodezji i w innych dziedzinach techniki opierających się na wynikach pomiarów przyjęto powszechnie stosowaną w rachunku wyrównawczym teorię najmniejszej sumy kwadratów odchylek zwanej w skrócie „metodą najmniej-

szych kwadratów”, sformułowaną na przełomie XVIII i XIX niezależnie przez C.F. Gaussa, Laplace’a i Lagendre’a. Aby jednak wyniki pomiarów mogły być dalej poddane obróbce według metody najmniejszych kwadratów muszą być wiarygodne i musi ich być więcej niż niezbędne minimum. Wynik wiarygodny to wynik nieobciążony omyłkami, czyli tzw. błędami grubymi, zredukowany do tzw. warunków normalnych czyli po wyeliminowaniu błędów systematycznych oraz mieszczący się w założonej klasie dokładności.

Błędy grube, czyli omyłki powstają jako wynik nieuwagi obserwatora wykonującego czynności pomiarowe. Zdarzają się dość często i każdemu obserwatorowi, dlatego w geodezji pomiary wykonuje się co najmniej dwukrotnie, często różnymi metodami. Również poważniejsze obliczenia wykonuje się dwiema metodami przy stałych kontrolach międzyoperacyjnych. Gdy zaś istnieje tylko jedna metoda obliczeń – wykonują je dwaj rachmistrze niezależnie od siebie.

Błędy systematyczne związane są z metodą pomiaru, ze skończoną precyzją przyrządów pomiarowych oraz ich wadami, z wpływem warunków zewnętrznych na wielkość mierzoną. Eliminuje się je drogą redukcji lub odpowiednich metod pomiarowych. Stosowanie redukcji wymaga jednak pomiaru dodatkowych parametrów wpływających na wielkość błędu systematycznego. W praktyce eliminację błędów systematycznych stosuje się w granicach uzasadnionych ekonomicznie i w takim stopniu dokładności, aby można było uznać, że ich pozostałości są małe i o różnych znakach.

Po usunięciu błędów grubych i wyeliminowaniu błędów systematycznych wyniki pomiarów obarczone są tylko błędami przypadkowymi.

Błędy przypadkowe są zniekształceniami wyników pomiarów, których źródła obserwator nie jest w stanie precyzyjnie określić. Wpływają one zarówno z ograniczonej dokładności przyrządów pomiarowych i naszych zmysłów, jak również ze zmienności warunków zewnętrznych w czasie pomiarów. Są to błędy niewielkie, nie dające się wyeliminować z pojedynczych pomiarów. Ich występowanie stwierdzamy doświadczalnie otrzymując w wyniku kilkukrotnego pomiaru tej samej wielkości w identycznych warunkach (ten sam zestaw sprzętu, ta sama metoda, ten sam zespół pomiarowy i te same warunki zewnętrzne) kilka różnych od siebie wielkości liczbowych.

Jak w takim przypadku stwierdzić czy występujące różnice można uznać za spowodowane błędami przypadkowymi czy też pomiary obarczone są innymi błędami.

W praktyce geodezyjnej pomocne jest kryterium dokładnościowe zwane odchyłką dopuszczalną. Dla typowych czynności pomiarowych, dla znanych zestawów przyrządów pomiarowych dla każdej klasy dokładnościowej ustalone zostały wielkości odchyłek, których nieprzekroczenie pozwala uznać wyniki pomiarów za wiarygodne. Przekroczenie zaś odchyłek dopuszczalnych pociąga za sobą konieczność powtórzenia pomiarów.

Drugi z warunków, które powinny spełniać wyniki pomiarów, aby mogły podlegać wyrównaniu to warunek spostrzeżeń nadliczbowych. Wspomnieliśmy już, że w geodezji pomiary wielkości szukanych wykonujemy co najmniej dwukrotnie dla eliminacji błędów grubych i stwierdzenia zgodności wyników z ustalonym kryterium dokładności. Mamy więc już przy każdym pomiarze co najmniej jedno spostrzeżenie nadliczbowe. Ale to nie wszystko. Pomiary w geodezji wykonujemy nie tylko dla określenia pojedynczej wielkości np. długość odcinka czy wielkość kąta między dwoma kierunkami, ale najczęściej dla określenia związków przestrzennych między punktami szczegółowymi na powierzchni ziemi. W takich przypadkach mierzymy nie tylko te elementy, które są niezbędne dla określenia tych związków ale ponadto wszystkie dodatkowe, które pozwalają na skontrolowanie prawidłowości pomiarów np. dla określenia wielkości kątów w trójkącie wystarczy wyznaczenie wielkości dwóch z nich a trzeci można policzyć — w geodezji mierzymy wszystkie trzy kąty. Podobnie dla określenia wielkości prostokątnego budynku wystarcza znajomość dwóch jego wymiarów, w geodezji mierzymy długości wszystkich czterech ścian.

Po tych wstępnych wyjaśnieniach rozpatrzmy poszczególne zadania rachunku wyrównawczego nie wdając się z braku miejsca w szczegółowe uzasadnienia poszczególnych wzorów i formuł.

1.2.2. Poszukiwanie wartości najprawdopodobniejszej z wyników pomiarów

Oznaczamy przez X wielkość prawdziwą. Mierząc ją popełniamy tzw. błąd prawdziwy, który oznacza się symbolem ε . Matematycznie więc pomiar możemy opisać równaniem:

$$X + \varepsilon = l$$

W praktyce najczęściej mamy wynik pomiaru l i w procesie wyrównania poszukujemy takiej poprawki v , która dodana do wyniku pomiaru da nam wielkość najprawdopodobniejszą $\bar{X}$. Można to zapisać równaniem

$$\bar{X} = l + v$$

Porównanie obu równań wskazuje, że

$$X + \varepsilon = \bar{X} - v$$

czyli poprawka, jeżeli ma osiągnąć cel powinna mieć znak przeciwny niż błąd prawdziwy.

Z równania (2) możemy wyznaczyć wielkość poprawki

$$v = \bar{X} - l$$

Wspomniana wcześniej zasada najmniejszych kwadratów brzmi: Układ obserwacji jednakowo dokładnych należy wyrównywać tak, aby suma kwadratów poprawek była najmniejsza. Zapisuje się to używając symboliki Gaussowskiej

$$[vv] = \min$$

Niech będzie dany układ obserwacji jednakowo dokładnych

$$l_i + v_i = \bar{X}$$

Sumę wszystkich n obserwacji w symbolice Gaussowskiej zapisujemy

$$[l] + [v] = n \cdot \bar{X}$$

a z tego

$$\bar{X} = \frac{[l]}{n} + \frac{[v]}{n}$$

Poszukujemy wartości $\bar{X}$ korzystając z zasady najmniejszych kwadratów

$$f[vv] = \min$$

gdy

$$f[vv] = 0 \text{ a } f''[vv] > 0$$

$$f' = 2v_1 + 2v_2 + 2v_3 + \dots + 2v_n = 0$$

$$f'' = 2 + 2 + \dots = 2n > 0$$

Podstawiając

$$v_i = \bar{X} - l_i$$

otrzymujemy

$$n\bar{X} - [l] = 0$$

$$\bar{X} = \frac{[l]}{n}$$

Poszukiwaną wartością najprawdopodobniejszą z wyników wielokrotnych pomiarów jednakowo dokładnych tej samej wielkości jest średnia arytmetyczna z wyników pomiarów.

Zauważmy, że dla średniej arytmetycznej suma poprawek jest równa zero

$$[v] = 0$$

Poszukiwanie wartości najprawdopodobniejszej z wyników pomiarów pojedynczej wielkości nosi często nazwę wyrównania spostrzeżeń bezpośrednich.

1.2.3. Wyrównywanie układów spostrzeżeń

Jak już wspomniano w geodezji pomiar tylko pojedynczej wielkości występuje rzadko. Najczęściej pomiarowi podlegają takie wielkości, których wartości prawdziwe spełniają określone związki funkcyjne, czyli warunki, których spełnienia również wymagamy od wyrównanych wartości obserwacji (np. warunek sumy kątów w wielokącie). Taki związek funkcyjny lub warunek będzie wielkością prawdziwą w przypadku warunku określonego przez wielkości podane z większą niż pomiar dokładnością. Mamy wówczas do czynienia z układem spostrzeżeń. Poszczególne wielkości – elementy układu są mierzone i wyrównywane jako spostrzeżenia bezpośrednie, a następnie wyrównaniu podlega cały układ.

Niech będzie układ X , który jest sumą n elementów $x_1, x_2 \dots x_n$

$$X = \sum_{i=1}^n x_i$$

W wyniku pomiarów otrzymujemy układ L , który jest sumą wartości pomierzonych elementów $l_1, l_2 \dots l_n$

$$L = \sum_{i=1}^n l_i$$

Różnicę między układem pomierzonym a układem rzeczywistym nazywamy odchyłką pomiarową f

$$L - X = f$$

która jest faktycznie błędem prawdziwym pomiaru L (patrz wzór 1). Odchyłką pomiarów f nie może przekraczać założonej dla danego układu dokładności charakteryzowanej odchyłką dopuszczalną $f_{\max}$. Jeżeli $f > f_{\max}$ pomiary należy powtórzyć dla wyeliminowania błędów grubych.

Jeżeli $f \leq f_{\max}$ układ podlega wyrównaniu, czyli do każdej wartości pomierzonej l_i dodajemy taką poprawkę v_i , aby ich suma była równa wielkości odchyłki f , ale miała znak przeciwny oraz aby suma ich kwadratów była najmniejszą:

$$[v] = -f$$

$$[vv] = \min$$

Dla spostrzeżeń jednakowo dokładnych tj. takich których błąd jest taki sam niezależnie od wartości pomiaru, poprawki rozmieszczamy po równo czyli do każdego l dodajemy $v = \frac{-f}{n}$.

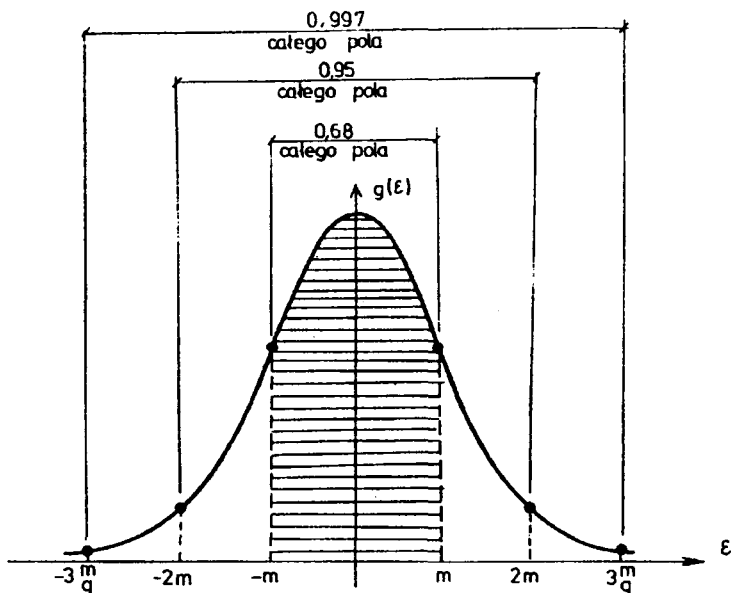
Jeżeli układ tworzą spostrzeżenia niejednakowo dokładne tj. takie, których błąd jest proporcjonalny do wartości pomiaru wówczas poprawki rozrzucamy proporcjonalnie czyli

$$v_i = \frac{-f \cdot l_i}{L}$$

W obu przypadkach otrzymujemy elementy wyrównywane $\bar{X}_1 = l_1 + v_1$, $\bar{X}_2 = l_2 + v_2$, ... $\bar{X}_n = l_n + v_n$, których suma jest równa postulowanemu układowi X .

1.2.4. Ocena dokładności pomiarów. Błąd średni

Stwierdzono już wcześniej, że miarą dokładności może być błąd prawdziwy. Rozważania teoretyczne nad przyczynami gromadzenia się błędów przypadkowych (prawdziwych) doprowadziły C.F. Gaussa do ustalenia krzywej rozkładu błędów, której obrazem graficznym jest wykres tzw. krzywej dzwonowej (rys. 1.1).



Rys. 1.1.1. Krzywa rozkładu normalnego błędów

Jest to obraz funkcji

$$g(\epsilon) = \frac{1}{m \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\epsilon^2}{2m^2}}$$

gdzie: $g(\epsilon)$ — gęstość prawdopodobieństwa, że błąd o wartości ϵ wystąpi
 ϵ — wartość błędu

m — stała zależna od dokładności pomiaru, którą Gauss nazwał błędem średnim i zdefiniował w postaci

$$m^2 = \frac{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 + \epsilon_3^2 + \dots + \epsilon_n^2}{n}$$

czyli błąd średni jest takim błędem, którego kwadrat jest średnią arytmetyczną kwadratów błędów prawdziwych danego zbioru.

Z analizy funkcji gęstości wynika co następuje:

- 1) największe jest prawdopodobieństwo wystąpienia błędu bliskiego zero,
- 2) ze wzrostem bezwzględnej wielkości błędu prawdopodobieństwo jego wystąpienia maleje,

3) prawdopodobieństwo wystąpienia błędów o tej samej wartości bezwzględnej, ale przeciwnych znakach jest równe,

4) wartości błędów średnich $+m$, $-m$, są rzędnymi punktów przecięcia krzywej gęstości prawdopodobieństwa,

5) prawdopodobieństwo wystąpienia błędów mieszczących się w przedziale błędu średniego $(-m, +m)$ wynosi 0,6827.

6) odpowiednio prawdopodobieństwo nieprzekroczenia podwójnego błędu średniego $(-2m, +2m)$ wynosi 0,9544, a potrójnego błędu średniego $(-3m, +3m)$ wynosi 0,9974. Wielkość $3m$ bywa nazywana „błędem granicznym”, tj. praktycznie nieprzekraczalnym.

W praktyce inżynierskiej najczęściej nie znamy wielkości prawdziwej X , a tylko wielkość najprawdopodobniejszą $\bar{X}$ (średnią arytmetyczną wyników pomiarów) oraz nie znamy błędów prawdziwych, a jedynie poprawki obserwacyjne, zwane również błędami pozornymi. Dla takich układów praktycznych błąd średni wyraża się wzorem

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n - 1}}$$

Błąd średni w tej postaci charakteryzuje dokładność pomiaru danej wielkości przy zastosowaniu konkretnej metody i dostępnego zestawu instrumentów pomiarowych. Z tego powodu nazywany jest często błędem średnim pojedynczego spostrzeżenia, bądź średnim błędem metody lub średnim błędem instrumentu.

Gdy znana jest wartość pomierzona a i jej średni błąd $\pm m_a$ to możemy przy niewielkim uproszczeniu sprawy stwierdzić, że w przedziale błędu średniego

$$(a - m_a, a + m_a)$$

wartość prawdziwa X mierzonej wielkości mieści się z prawdopodobieństwem około 0,7. Możliwość takiego stwierdzenia spowodowała powszechne zastosowanie w technice błędu średniego jako miary dokładności wyników pomiarów.

1.2.5. Błąd funkcji

Wiadomo z rozdziału o wyrównaniu układu spostrzeżeń, że wiele poszukiwanych wielkości jest funkcją spostrzeżeń bezpośrednich. Ocena dokładności tak wyznaczonej wielkości jest możliwa wówczas gdy znane są błędy średnie tworzących tę funkcję spostrzeżeń. Rozwiązanie tego zadania daje prawo

Gausa przenoszenia się błędów średnich. Brzmi ono następująco: gdy zmienne niezależne $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ funkcji $F(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ są spostrzeżeniami o błędach średnich odpowiednio równych $m_{x_1}, m_{x_2}, m_{x_3} \dots m_{x_n}$ to kwadrat błędu średniego funkcji m_F^2 jest równy sumie kwadratów pochodnych cząstkowych mnożonych przez odpowiadające im kwadraty błędów średnich tych zmiennych.

$$m_F^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \right)^2 m_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_2} \right)^2 m_{x_2}^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_3} \right)^2 m_{x_3}^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial x_n} \right)^2 m_{x_n}^2$$

Z prawa przenoszenia się błędów skorzystamy przy określeniu błędu średniego średniej arytmetycznej. Funkcję średniej arytmetycznej możemy zapisać

$$F = \frac{[X]}{n} = \frac{x_1}{n} + \frac{x_2}{n} + \frac{x_3}{n} + \dots + \frac{x_n}{n}$$

Każde ze spostrzeżeń x_i jest obarczone tym samym błędem średnim pojedynczego spostrzeżenia — m_i

Pochodne cząsteczkowe równe są $\frac{1}{n}$ więc

$$m_F^2 = \frac{1}{n^2} m_1^2 + \frac{1}{n^2} m_2^2 + \frac{1}{n^2} m_3^2 + \dots + \frac{1}{n^2} m_n^2$$

Wstawiając zamiast m_i jednakowe dla wszystkich m_o i $m_x = m_F$

$$m_x^2 = \frac{1}{n^2} \cdot n \cdot m_o^2 = \frac{m_o^2}{n}$$

albo

$$m_x = \pm \frac{m_o}{\sqrt{n}}$$

Jest to bardzo ważny wzór rachunku błędów. Wskazuje on w jaki sposób zwiększa się dokładność średniej arytmetycznej z wielokrotnych jednakowo dokładnych pomiarów danej wielkości i uzasadnia stwierdzenie że średnia arytmetyczna jest wartością najprawdopodobniejszą ze wszystkich wyników pomiarów.

Po przekształceniu wzoru otrzymujemy:

$$n = \frac{m_o^2}{m_x^2}$$

formułę pozwalającą na określenie koniecznej liczby pomiarów o znanej dokładności m_o , aby uzyskana średnia z nich była obarczona błędami nie większymi od pożądanego m_x .

1.2.6. Błąd względny

W praktyce inżynierskiej często posługujemy się miarą dokładności zwaną błędem względnym, szczególnie w przypadkach pomiarów, których błąd rośnie wraz ze wzrostem wartości mierzonej wielkości. Dla pomiarów odległości, powierzchni i objętości błąd względny wyraża się stosunkiem wartości błędu do wartości mierzonej wielkości podawanym w postaci ułamka o liczniku równym 1

$$bł_{wzg} = \frac{m_d}{d} = \frac{1}{M}$$

W przypadku dwukrotnego pomiaru tej samej wielkości (najczęstszy w geodezji przypadek) błąd względny liczony jest jako stosunek różnicy wyników pomiarów do wielkości średniej.

$$bł_{wzg} = \frac{(d_1 - d_2)}{d_{sr}} = \frac{1}{M}$$

Nieco inaczej oblicza się błąd względny wielkości kątowych. Błąd pomiaru kąta nie zależy od wartości kąta gdyż jest on taki sam dla danego kąta jak i jego dopełnienia do kąta pełnego (360° lub 400°). Zachowując zasadę, że błąd względny wyraża częśćkę błędu przypadającą na jednostkę miary, możemy obliczyć błąd względny kąta jako stosunek wartości błędu w jednostkach pomiaru do wartości 1 radiana w tych samych jednostkach

$$bł_{wzg} = \frac{m_\alpha^\circ}{\rho^\circ} = \frac{m_\alpha^g}{\rho^g} = \frac{1}{M}$$

Znajomość błędu względnego pozwala na kontrolę pomiarów oraz umożliwia koordynację dokładności pomiarów wielkości liniowych i kątowych.

1.2.7. Rachunki na liczbach przybliżonych i rachunek małych kątów

Wyznaczanie wielkości fizycznych w obliczeniach inżynierskich sprowadza się ostatecznie do prostych operacji matematycznych na liczbach przybliżonych, którymi są wyniki pomiarów, wartości funkcji trygonometrycznych i logarytmicznych, wartości pierwiastków itp. Rachunkami na liczbach przybliżonych rządzą pewne reguły. Umiejętność posługiwania się nimi jest istotna, gdyż decyduje o dokładności obliczeń a ta wpływa na koszty robót inżynierskich i ich bezpieczeństwo. Bezmyślne przepisywanie wyników wyświetlanych na ekranie kalkulatora jest dla inżyniera kompromitujące.

Reguła zaokrągleń

Zaokrąglenie liczby przybliżonej polega na:

- a) opuszczaniu części cyfr, gdy pierwsza z opuszczonych cyfr jest:
 - mniejsza od 5,
 - równa się 5 a następne są zerami lub brak o nich informacji a ostatnia z cyfr pozostających jest parzysta,
 - b) opuszczeniu części cyfr i zwiększeniu o jednostkę ostatniej pozostającej cyfry we wszystkich innych przypadkach.
- Przykłady zaokrągleń:

$$12.3349 = 12.33$$

$$12.3449 = 12.34$$

$$12.3451 = 12.35$$

$$12.3350 = 12.34$$

$$12.3450 = 12.34$$

Reguła sumowania

Po sumowaniu algebraicznym (dodawanie lub odejmowanie) należy wynik zaokrąglić do tego samego miejsca dziesiętnego jakie zawiera składnik o najmniejszej ilości cyfr dziesiętnych.

Przykład:

$$13,24 + 325.4006 + 0,00613 = 338,64673 = 338,65$$

Pojęcie cyfry znaczącej

Cyfrą znaczącą jest każda cyfra zapisana w normalnej wielkości, z wyjątkiem zer stojących na lewo od pierwszej cyfry różnej od zera

Przykłady

liczba	13.24	ma 4 cyfry znaczące
liczba	0.0025	ma 2 cyfry znaczące
liczba	1.00	ma 3 cyfry znaczące
liczba	115×10^{-7}	ma 3 cyfry znaczące

Reguła mnożenia (dzielenia)

Wynik mnożenia (dzielenia) zaokrągla się do tylu cyfr znaczących ile ma ich ten z czynników, który ma ich najmniej.

Przykład:

$$(32,105 : 6,402) \times 10,2 = 51,15113589503 \approx 51,2$$

Reguła potęgowania (pierwiastkowanie)

Jest szczególnym przypadkiem reguły mnożenia. Potęgę (pierwiastek) zaokrąglamy do tylu cyfr znaczących ile ich posiada liczba potęgowana (pierwiastkowana).

Przykłady:

$$3,125^3 = 30.517578125 \approx 30.52$$

$$\sqrt{3,125} = 1,767766952966 \approx 1.768$$

Reguła wyników pośrednich

Wyniki obliczeń pośrednich, które będą stanowić dane dla dalszych obliczeń, należy zapisywać z jedną cyfrą więcej niż to wynika z poprzednich reguł. Cyfrę tę zapisuje się znakiem zmniejszonym a w wyniku ostatecznym należy ją zaokrąglić.

Reguła korzystania z tablic

Przy obliczaniu, w którym korzystamy z tablic (logarytmicznych funkcji trygonometrycznych itp.) należy używać tablic zawierających o jedną cyfrę więcej od ilości cyfr znaczących, zawartych w tym czynniku, który ma ich najmniej. Wynik końcowy zaokrąglamy zgodnie z odpowiednimi regułami.

Jednostki kąta używane w geodezji

Stopień

Jest to jednostka równa $\frac{1}{360}$ kąta pełnego. Kąt półpełny ma 180° , kąt prosty 90° .

Stopień dzieli się na minuty $1^\circ = 60'$. Minuta dzieli się na sekundy $1' = 60''$.

Grad

Jest to jednostka równa $\frac{1}{400}$ kąta pełnego. Kąt półpełny ma 200^g , kąt prosty 100^g .

Grad dzieli się na centygrady $1^g = 100^c$. Centygrad dzieli się na decymiligrady (dawniej centycentygrady): $1^c = 100^{cc}$. W nowych instrumentach geodezyjnych stosuje się coraz częściej podział gradowy 1 grad = 1000 miligradów ($1^g = 1000^{mg}$)

Radian (miara łukowa)

Jest to kąt oparty na łuku o długości równej jego promieniowi. Kąt pełny ma 2π radianów, kąt półpełny — π radianów, kąt prosty — $\frac{1}{2}\pi$ radianów.

$$1 \text{ rad} = \rho^\circ = 57^\circ,3$$

$$1 \text{ rad} = \rho^g = 63^g,7$$

$$\rho' = 3438'$$

$$\rho^c = 6366^c$$

$$\rho'' = 206265''$$

$$\rho^{cc} = 636620^{cc}$$

Obliczenia z użyciem małych kątów

Dla małego kąta funkcje sinus i tangens równe są w przybliżeniu temu kątowi wyrażonemu w radianach (w mierze łukowej). W typowych obliczeniach geodezyjnych za mały uważa się kąt nie większy od 5° lub $5^g,5$.



Dla tych wartości kąta formuła jest słuszna z dokładnością do trzech miejsc po przecinku (do dwóch cyfr znaczących). Słuszność tej formuły z dokładnością do czterech miejsc po przecinku (trzech cyfr znaczących) potwierdza się dla kątów nie większych niż $2^{\circ}20'$, zaś z dokładnością do piątego miejsca po przecinku (czterech cyfr znaczących) dla kątów nie większych niż $1^{\circ}10'$.

1.3. Pomiary liniowe

Pomiar długości odcinka lub odległości między dwoma punktami odbywa się przez bezpośrednie lub pośrednie porównanie tej długości ze wzorcem metra lub z przymiarem ten wzorzec zastępującym. W geodezji do bezpośrednich pomiarów długości używa się przymiarów wstęgowych zwanych również taśmami wykonanymi ze stali narzędziowej. Taśmy miernicze mają długość nominalną 20 m lub 50 m (tzw. taśma górnicza). Jest to odległość między osiami krańcowymi kresek lub osiami otworków oznaczonych cyfrą zero i liczbą określającą długość nominalną 50 m. Poszczególne metry także oznaczone są otworkami i opisane liczbami. Najmniejsza działka taśmy wynosi 0,1 m. Cienkie przymiary wstęgowe, nawijane na widelki lub do wnętrza okrągłego pudełka, zwane są ruletkami lub taśmami — domiarówkami. W użyciu są ruletki o długości 25 m, 30 m, 50 m. Najmniejsza działka ruletki wynosi 0,01 m.

Przymiary wstęgowe stosowane w pomiarach geodezyjnych powinny być legalizowane w Urzędzie Miar i Jakości gdzie dokonuje się porównania długości taśmy ze wzorcem o wyższej dokładności. Czynność ta zwana jest komparacją i po jej zakończeniu Urząd wystawia dla narzędzia świadectwo sprawdzenia. Świadectwo to zawiera warunki komparacji tj. temperatura $+20^{\circ}\text{C}$ i obciążenie 10 kG oraz poprawki w milimetrach wskazujące odchylenie faktycznej długości taśmy i jej poszczególnych odcinków od długości nominalnych.

1.3.1. Tyczenie linii prostych

Pomiar długości odcinka w terenie poprzedzają czynności przygotowawcze, tj. oczyszczenie terenu i tzw. przetyczenie linii. Przetyczenie linii polega na ustawieniu na końcach linii, a często i między punktami końcowymi, tyczek mierniczych w taki sposób aby one wszystkie wyznaczały w terenie linię prostą, wzdłuż której rozciągana będzie taśma miernicza. Dla zapewnienia odpowiedniej dokładności układania taśmy w linii trzeba ustawiać tyczki na punktach pośrednich co około 50 m.

Tyczenie linii może być wykonane gołym okiem, za pomocą lornetki lub lunety geodezyjnej. W terenie możemy spotkać się z czterema przypadkami tyczenia linii.

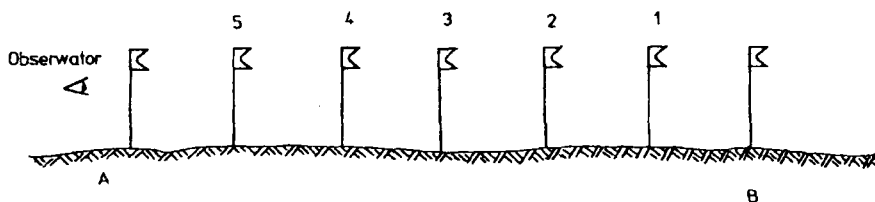
1. Na odcinku AB należy wytyczyć punkty pośrednie przy czym istnieje wzajemna widoczność z punktów A i B.

2. Odcinek AB należy przedłużyć, przy czym istnieje widoczność punktów A i B z miejsca przedłużenia.

3. Należy wytyczyć odcinek AB przy czym pomiędzy tymi punktami znajduje się przeszkoda (np. pagórek) ale można znaleźć co najmniej dwa punkty z których widać koniec odcinka i punkt pośredni.

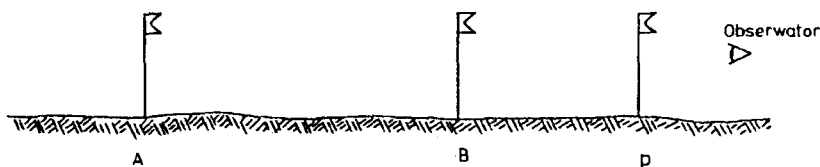
4. Należy wytyczyć odcinek AB przy czym pomiędzy tymi punktami znajduje się trwała przeszkoda (np. budynek) uniemożliwiający wzajemną widoczność.

W przypadku pierwszym obserwator staje poza tyczką A w odległości 3–5 m ustawiając się w przedłużeniu tyczek A i B. Pomocnik obserwatora, trzymając tyczkę lekko dwoma palcami powyżej środka ciężkości, ustawia się w pobliżu punktu podlegającego wytyczeniu. Obserwator śledząc położenie trzymanej tyczki daje polecenie (znak ręką) przesunięcia tyczki w kierunku prostopadłym do AB tak długo, aż znajdzie się dokładnie na linii AB. Kolejność ustawiania tyczek na punktach pośrednich pokazano na rys. 1.2 (tzw. „tyczenie na siebie”).



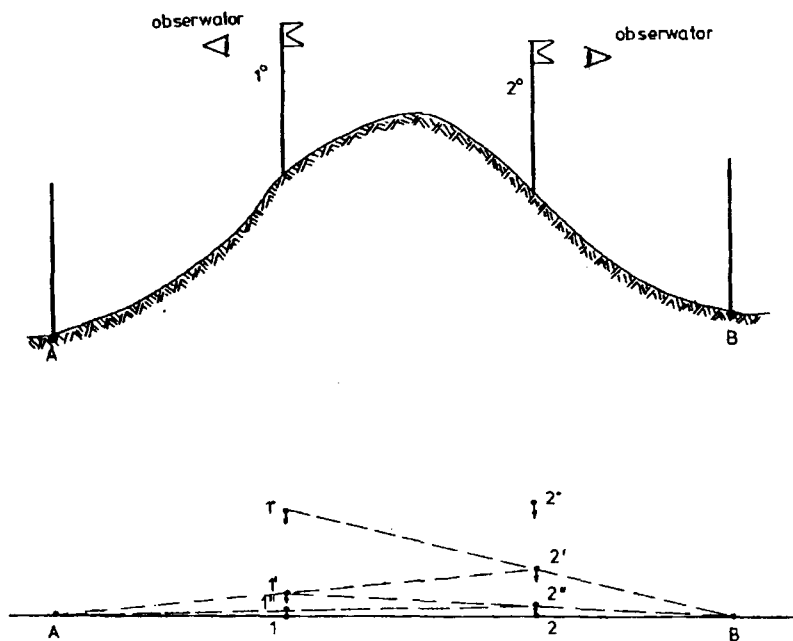
Rys. 1.2. Kolejność ustawienia tyczek na punktach pośrednich

W przypadku drugim obserwator staje poza punktem P w odległości 3–5 m i powoduje przesuwanie tyczki przez pomocnika tak długo aż tyczka stanie w punkcie leżącym w jednej płaszczyźnie pionowej z tyczkami A i B (rys. 1.3). Należy przestrzegać zasady, aby odcinek przedłużony BP nie był dłuższy od $\frac{1}{3}$ odcinka AB.



Rys. 1.3. Przedłużanie wytyczonego odcinka

W przypadku trzecim obieramy dwa punkty pośrednie 1° i 2° , położone w przybliżeniu na linii AB. Stając poza tyczką 1° obserwator powoduje ustawienie tyczki 2° w punkcie $2'$ na linii $1^{\circ}B$. Następnie obserwator staje poza tyczką $2'$ i powoduje ustawienie tyczki 1° w punkcie $1'$ na linii $2'A$. Z kolei obserwator przechodzi na punkt $1'$ i powoduje przestawienie tyczki $2'$ na punkt $2''$ i następnie opisanym wyżej sposobem powoduje przestawienie tyczki $1'$ na punkt $1'$.



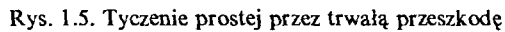
Rys. 1.4. Tyczenie prostej przez pagórek

To kolejne naprzemienne wytyczanie w linię pokazane na rys. 1.4 przerywa się w chwili, gdy jakiekolwiek poprawki do aktualnych pozycji przesuwanych dotąd tyczek 1 i 2 okażą się zbyteczne.

W przypadku czwartym posługujemy się prostą pomocniczą AK, tak dobraną, aby omijała przeszkodę w jak najbliższej odległości. Na tej prostej wyznaczamy punkt B° , leżący na prostopadłej do AK oraz obieramy wedle potrzeby punkty 1° i 2° . Przez to punkty przechodzą prostopadłe do AK, na których leżą szukane punkty 1 i 2 (rys. 1.5).

Pomierzwszy taśmą odcinki $A 1^{\circ}$, $A 2^{\circ}$, AB° i $B^{\circ}B$ uzyskujemy dane niezbędne do obliczenia szukanych długości $1^{\circ}1$ i $2^{\circ}2$

$$2^o 2 = \frac{B^o B}{AB^o} \cdot A2^o$$



1.3.2. Bezpośredni pomiar długości

24



taśmę wzdłuż linii, przestawia szpilkę w miejsce końcowe taśmy i daje hasło do ponownego przesunięcia taśmy. Pomiarowy T zabiera ze sobą szpilkę, do której uprzednio przykładał zero taśmy. W ten sposób obaj pomiarowi pod nadzorem kierownika przemierzają cały odcinek. Przy końcu linii AB pomiarowy P przeciąga taśmę poza punkt końcowy B, pomiarowy T przykłada zero taśmy do szpilki białej w ziemię, a kierownik odczytuje na taśmie odległość k od ostatniej szpilki do punktu końcowego, czyli tzw. końcówkę i zapisuje ją w dzienniku pomiaru długości. Kierownik zespołu liczy szpilki u obu pomiarowych, ich suma powinna być równa ilości jak jest w komplecie (11 szt.). Niezgodność świadczy o zgubieniu szpilki. Należy ją odszukać a pomiar długości koniecznie powtórzyć. Przy zgodności ilości szpilek z kompletem zapisujemy w dzienniku liczbę pełnych odłożeń taśmy n , która odpowiada liczbie szpilek u pomiarowego T.

Długość d mierzonego odcinka AB oblicza się z zależności:

$$d = n \cdot l + k$$

gdzie: l — długość nominalna taśmy,

n — ilość pełnych odłożeń (ilość szpilek u pomiarowego T),

k — końcówka (odległość od ostatniej szpilki do końca odcinka).

Długość odcinka mierzymy zawsze dwukrotnie tam i z powrotem. Różnice między obu wynikami nie powinna przekraczać odchyłki dopuszczalnej $f_{d \max}$, która zależy od założonej dokładności (może być tabelaryzowana w przepisach technicznych, bądź trzeba ją obliczyć w oparciu o dopuszczalny błąd względny). Jeśli różnica między wynikami nie przekracza odchyłki dopuszczalnej obliczamy średnią z wyników i ta wartość odpowiada długości odcinka AB. Przy pomiarach o podwyższonej dokładności do zaznaczania końców taśmy używa się specjalnych wskaźników, a do naciągu taśmy używa się dynamometrów.

1.3.3. Redukcje wyników pomiarów długości

Redukowanie wyników pomiarów długości ma na celu wyeliminowanie z nich wpływów warunków zewnętrznych (temperatura otoczenia, krzywizna powierzchni itp.) oraz warunków wewnętrznych lub metody (odchylenie wielkości przymiaru od wielkości nominalnej). Redukowanie wyników nie poprawia ich dokładności a jedynie sprowadza ten wynik do jednoznaczności jednostkowej i metodycznej.

Redukcja ze względu na komparację

Redukcja ta eliminuje wpływ odchylenia długości przymiaru od jego długości nominalnej

$$\Delta k = \frac{d_{sr}}{d_o} \cdot \delta$$

gdzie: d_{sr} — średnia długość odcinka,
 d_o — nominalna długość taśmy,
 δ — poprawka komparacyjna dla całej taśmy (na podstawie świadectwa lokalizacji).

Wielkość redukcji oblicza się z dokładnością do 1 mm.

Redukcja ze względu na temperaturę przymiaru

Redukcja ta eliminuje z wyników pomiaru wpływ rozszerzalności termicznej taśmy

$$\Delta t = d_{sr} \cdot \alpha \cdot (t - t_o)$$

gdzie: d_{sr} — średnia długość odcinka,
 α — współczynnik rozszerzalności termicznej stali równy $0.0000115 \frac{1}{1^\circ\text{C}}$,
 t — temperatura przymiaru (praktycznie temperatura powietrza w czasie pomiaru),
 t_o — temperatura komparacji (ze świadectwa legalizacji, w Polsce $+20^\circ\text{C}$).

Wielkość redukcji oblicza się z dokładnością do 1 mm.

Redukcja ze względu na pochylenie terenu

Redukcja ta sprowadza wyniki pomiarów terenowych na powierzchnię poziomą, która jest powierzchnią odniesienia opracowań kartograficznych. Wzory na wielkość redukcji zależą od danych jakimi dysponujemy. Gdy znany jest kąt nachylenia β linii pomiarowej do poziomu

$$\Delta h = 2 d_{sr} \sin^2 \beta / 2$$

gdzie: d_{sr} – średnia długość odcinka,
 β – kąt nachylenia linii pomiarowej.

Gdy znana jest różnica wysokości między końcami mierzonego odcinka ΔH

$$\Delta h \approx \frac{\Delta H^2}{2d_{sr}}$$

gdzie: d_{sr} – średnia długość odcinka,

ΔH – różnica między wysokościami punktów końcowych $H_B - H_A$.

Gdy znany jest spadek i terenu w procentach

$$\Delta h \approx \frac{d_{sr} \cdot i^2}{2000}$$

gdzie: d_{sr} – średnia długość odcinka,

i – spadek w procentach.

Wielkość redukcji oblicza się z dokładnością do 1 mm.

Uwaga: Redukcje ze względu na komparację i temperaturę pomiaru mogą mieć znak „plus” lub „minus”. Redukcja ze względu na pochylenie terenu ma zawsze znak „minus”.

Długość zredukowana zmierzonego odcinka jest równa długości średniej zmierzonej plus algebraiczna suma obliczanych redukcji.

Wynik pomiaru oraz obliczeń notuje się w dzienniku pomiaru długości (tabela 1.1)

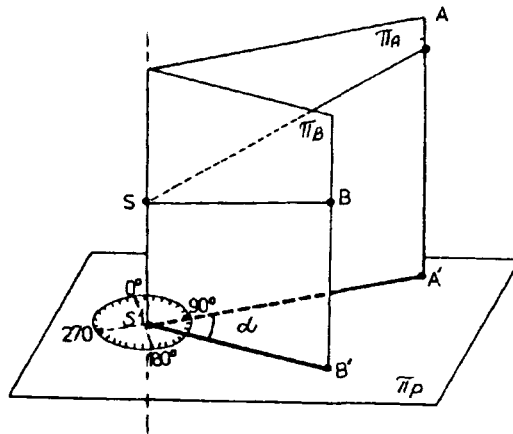
Tabela 1.1

Długość		Liczba pełnych przyłożeń	Końcówka	Średnia długość zmierzona	Pochylenie terenu		Redukcje	Długość zredukowana	Uwagi
od	do				kąt poch. terenu ΔH	długość odcinka redukow			
punktu		taśmy	I } II }wyniki						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
122	123	6	0.02	120.00 ₅	2°15	55.0	-0.018 +0.008	119.94	12.06.90 t = 26 °C
123	122	5	19.90		1.35 _m	65.0	-0.056 -0.066		119.939
									$\delta r = -0.003$
Pomierzył:					Obliczył i sprawdził:				
4.09.90 <i>Łukasz Krupski</i>					4.09.90 <i>Jan Salwa</i>				
Data imię i nazwisko podpis					Data imię i nazwisko podpis				

1.4. Pomiary kątowe

1.4.1. Kąt poziomy i kąt pionowy

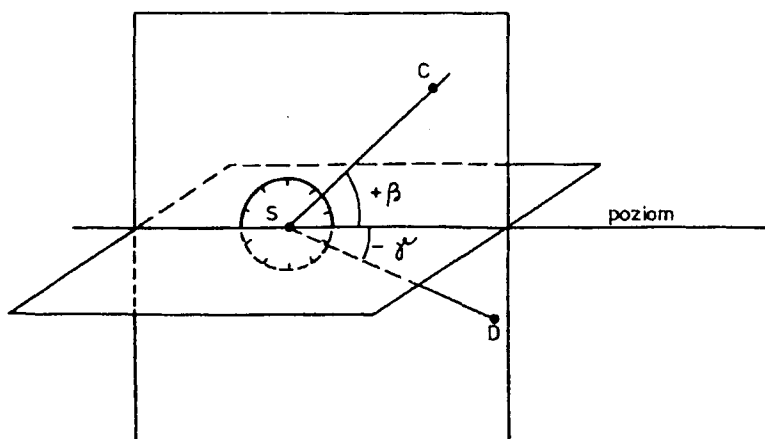
Kątem poziomym (rys. 1.6) nazywa się kąt dwuścienny mierzony między płaszczyznami pionowymi π_A i π_B , z których każda zawiera punkt stanowiska instrumentu S oraz punkt celowania (odpowiednio A lub B). Inaczej mówiąc jest to kąt mierzony w płaszczyźnie poziomej π_P między rzutami kierunków od stanowiska S do punktów celowania A i B.



Rys. 1.6. Kąt poziomy

Jak widać na rysunku płaszczyzna π_A odcina na kręgu podziałowym umieszczonym w płaszczyźnie π_P , kierunek $S'A'$ zaś płaszczyzna π_B kierunek $S'B'$. Kąt α jest równy różnicy kierunków $S'B' - S'A'$.

Kątem pionowym β (rys. 1.7) nazywa się kąt mierzony w płaszczyźnie pionowej, zawierającej punkt stanowiska S i punkt celu C, między kierunkiem celowania SC a linią poziomą przechodzącą przez punkt S. Inaczej mówiąc kąt pionowy to wysokość punktu nad horyzontem wyrażona w mierze kątowej. Kąt pionowy do punktu leżącego nad horyzontem jest dodatni, zaś do punktu leżącego pod horyzontem jest ujemny.

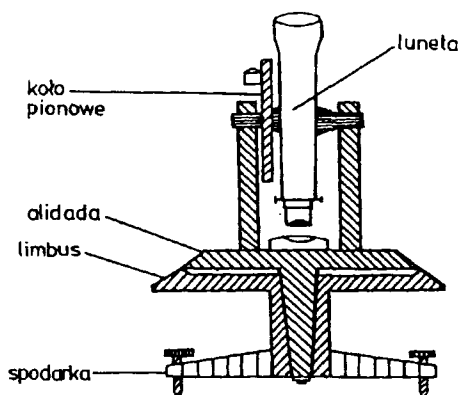


Rys. 1.7. Kąt pionowy

1.4.2. Teodolit

Instrumentem służącym do pomiaru kątów poziomych i pionowych jest teodolit. Zasadniczymi częściami teodolitu umożliwiającymi wykonywanie obserwacji i pomiarów są (rys. 1.8):

- spodarka,
- limbus z kręgiem podziałowym poziomym,
- alidada z libelą i wspornikami lunety,
- luneta-geodezyjna,
- koło podziałowe pionowe.



Rys. 1.8. Schemat ideowy teodolitu

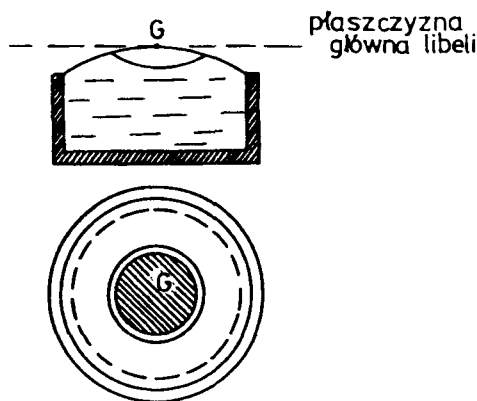
Spodarka jest częścią łączącą statyw z instrumentem. Jej celem jest umożliwienie scentrowania instrumentu czyli ustawieniu go dokładnie nad wybranym punktem oraz spoziomowanie instrumentu, a precyzyjniej ustawienie osi obrotu instrumentu pionowo. Te czynności wykonuje się przy użyciu śrub ustawczych.

Limbus z okręgiem podziałowym umożliwia pomiar kątów. Znajduje się zazwyczaj we wspólnej obudowie z alidadą. Po sprzęgnięciu ze spodarką jest unieruchomiony. Zmianę orientacji kręgu podziałowego umożliwia zatrask sprzęgający limbus z alidadą, lub śruba rejteracyjna. Producenci nowych instrumentów geodezyjnych gwarantują współosiowość limbusa i alidady oraz poziomość limbusa po spoziomowaniu alidady.

Alidada stanowi środkową część teodolitu umieszczoną współśrodkowo z osią kręgu podziałowego limbusa. Alidada połączona jest z dolną częścią instrumentu za pomocą śruby zaciskowej alidady. Po jej zaciśnięciu drobne, precyzyjne ruchy obrotowe alidady można wykonać za pomocą śruby ruchu leniwego, tzw. leniwki alidady. Na alidadzie zamocowane są:

- libela pudełkowa,
- libela rurkowa,
- wsporniki lunety z kołem pionowym,
- urządzenie odczytowe z koła poziomego i pionowego.

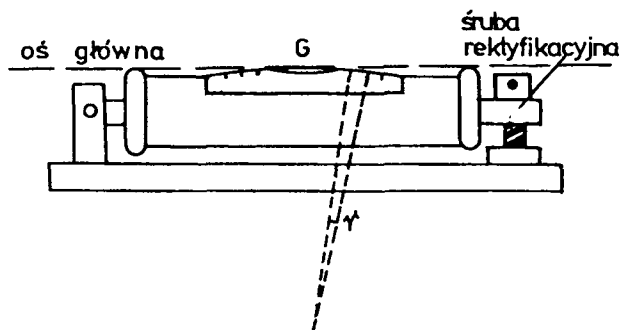
Libele (poziomice) służą do naprowadzania prostych lub płaszczyzn w położenie poziome. Ze względu na kształt naczynia i sposób działania rozróżniamy dwa typy libel: pudełkowe (okrągłe) i rurkowe. Libela pudełkowa jest szklanym walcem zamkniętym u góry kulistą czaszą, wypełnionym prawie całkowicie cieczą o niskim współczynniku lepkości (rys. 1.9). W górnej części czaszy kulistej naniesiony jest okrąg, którego środek G jest punktem głównym libeli.



Rys. 1.9. Libela pudełkowa

Płaszczyzna styczna do czaszy kulistej w punkcie głównym G jest nazywana płaszczyzną główną libeli. Jeśli pęcherzyk zajmuje położenie współśrodkowe z naniesionym okręgiem to płaszczyzna główna libeli jest pozioma i mówimy, że libela jest w górowaniu lub krótko: libela góruje.

Promień krzywizny czaszy libeli pudełkowej jest stosunkowo niewielki, zatem jest ona mało czuła i zasadniczym jej przeznaczeniem jest pomoc we wstępnym poziomowaniu instrumentów geodezyjnych.



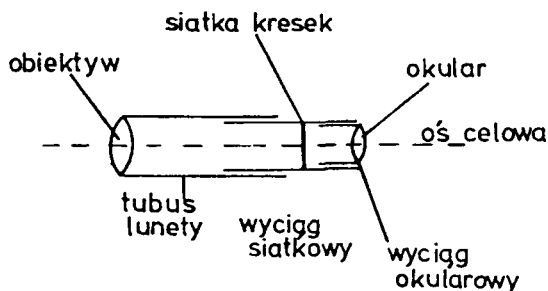
Rys. 1.10. Libela rurkowa

Do dokładnego poziomowania teodolitu i innych instrumentów geodezyjnych służy libela rurkowa. Libela ta wykonana jest z wycinka szklanej rurki w kształcie torusa. Wewnętrzna powierzchnia rurki wyszlifowana jest tak, że w przekroju tworzy łuk kołowy o promieniu r (rys. 1.10). Na górnej powierzchni rurki szklanej naniesiony jest podział. Osią główną libeli rurkowej jest prosta styczna do wewnętrznej powierzchni ampulki libeli przechodząca przez punkt główny C, leżący w środku jej opisu. Prosta styczna do rurki w środkowym punkcie pęcherzyka jest prostą poziomą. Wynika to z faktu, że pęcherzyk w dowolnym ustawieniu libeli zajmuje zawsze położenie najwyższe. Na tej podstawie łatwo stwierdzić, że aby oś libeli była pozioma, należy ustawić pęcherzyk symetrycznie względem punktu głównego.

Libelę rurkową mocuje się w oprawie połączonej nóżkami z płaską podstawą alidady. Zwykle jedna nóżka posiada przegub a druga jest śrubą. Śruba ta nazywa się śrubą rektyfikacyjną i pozwala na doprowadzenie do równoległości osi głównej libeli z płaszczyzną podstawy.

Wsporniki podtrzymują metalową oś obrotu ze złączoną z nią trwale lunetą. Luneta teodolitu jak każda luneta geodezyjna pozwala na dobre obserwowanie odległych przedmiotów i skierowanie linii celowania w pożądanym kierunku. Luneta obraca się w płaszczyźnie pionowej dookoła poziomej osi obrotu.

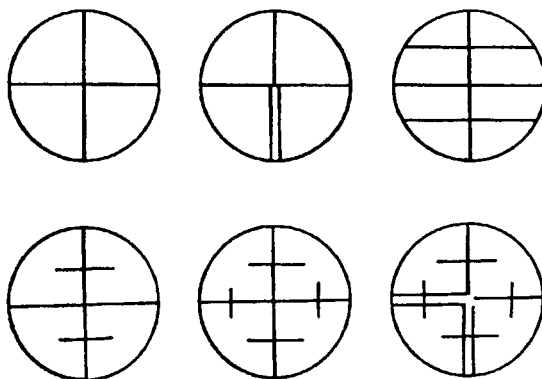
Unieruchomienie lunety dokonuje się za pomocą śruby zaciskowej lunety. Po jej zaciśnięciu drobne precyzyjne ruchy lunety w płaszczyźnie pionowej można wykonać pokręcając śrubą ruchu leniwego (leniwką lunety).



Rys. 1.11. Schemat ideowy lunety geodezyjnej

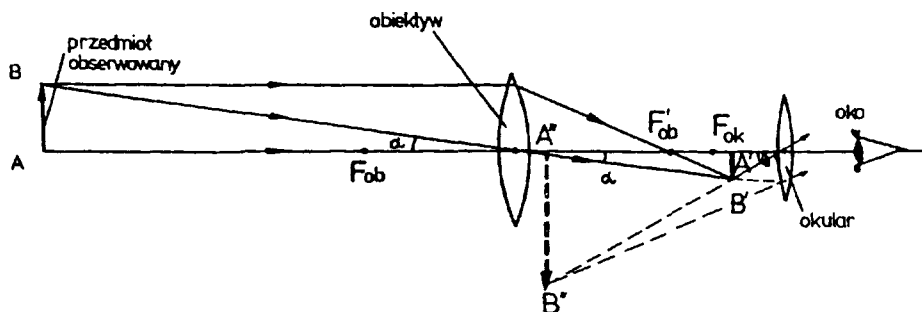
Luneta geodezyjna składa się z dwu układów optycznych: obiektywu i okularu (rys. 1.11). Pomiędzy nimi w pobliżu okularu zamocowana jest płytka ogniskowa z rysunkiem siatki kresek. Siatka kresek może przybierać różne formy (rys. 1.12). We współczesnych teodolitach jest to zawsze kreska pionowa, główna kreska pozioma oraz dwie dalmiercze krótkie kreski poziome górna i dolna. Linie prostą przechodzącą przez środek optyczny obiektywu i środek krzyża kresek nazywamy osią celową lunety.

Obiektyw skierowany na obserwowany przedmiot ma dużą średnicę i długą ogniskową.

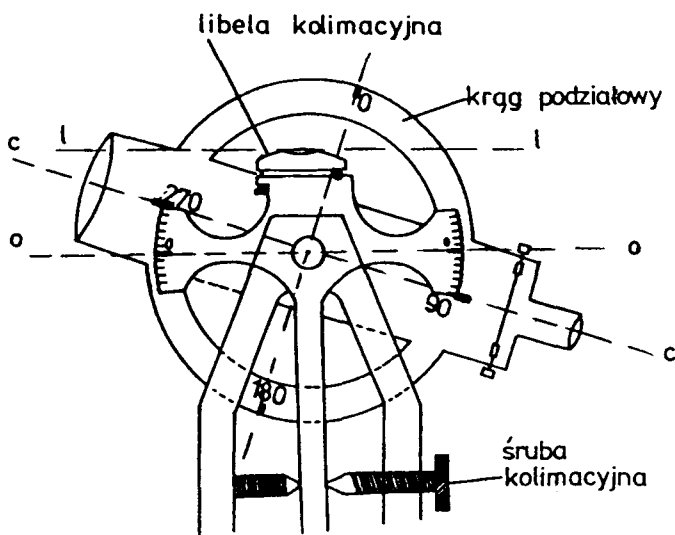


Rys. 1.12. Najczęściej spotykane formy siatki kresek lunety geodezyjnej

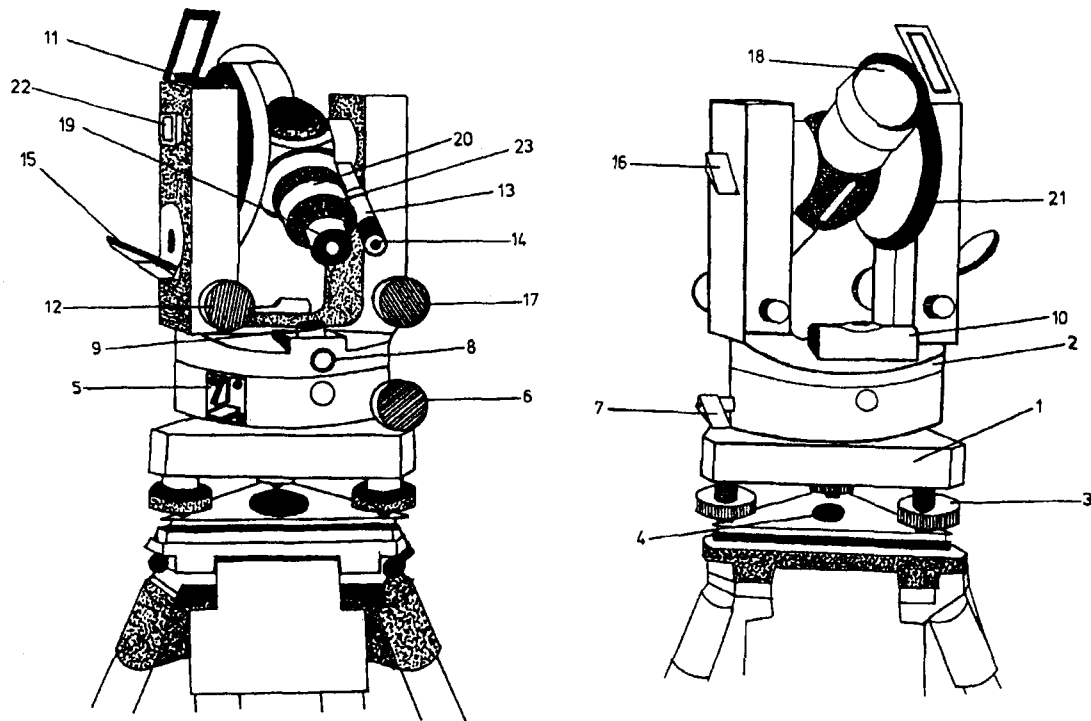
Okular ma małą średnicę, krótką ogniskową i działa jak lupa. Z przedmiotu AB, znajdującego się w dużej odległości obiektywu tworzy obraz rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony A'B'. Obraz ten staje się przedmiotem względem okularu, a ponieważ powstaje w odległości od okularu mniejszej niż jego ogniskowa to obraz A''B'' jaki utworzy okular z „przedmiotu” A'B' będzie urojony, prosty i powiększony. W stosunku do pierwotnego obrazu AB, obraz A''B'' będzie urojony, odwrócony i powiększony (rys. 1.13).



Rys. 1.13. Schemat powstawania obrazu w luncie geodezyjnej



Rys. 1.14. Zespół koła pionowego teodolitu



Rys. 1.15. Widok ogólny teodolitu PZO T6

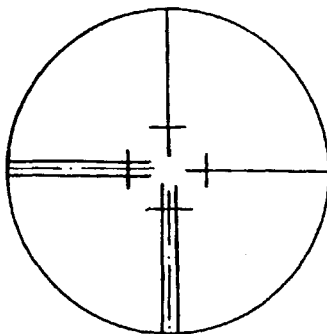
1 – spodarka, 2 – kadłub górny z kręgami, 3 – śruby ustawcze, 4 – płyta sprzęgająca, 5 – zatrzask sprzęgu limbusa, 6 – śruba leniwa ruchu poziomego, 7 – zacisk alidady, 8 – okular pionu optycznego, 9 – libela pudełkowa, 10 – libela rurkowa koła poziomego, 11 – libela rurkowa koła pionowego, 12 – śruba leniwa libeli koła pionowego, 13 – mikroskop odczytowy, 14 – okular mikroskopu odczytowego, 15 – zwierciadło oświetlające, 16 – zacisk lunet, 17 – śruba leniwa ruchu lunety, 18 – obiektyw lunety, 19 – okular lunety, 20 – tuleja ogniskująca, 21 – koło pionowe, 22 – ramka oświetlacza, 23 – osłona płytki siatki kresek

Aby można było dokonywać czynności pomiarowych za pomocą siatki kresek nieodzowne jest, by siatka kresek była wyraźnie widoczna przez okular, a obraz przedmiotu A'B' utworzył się w płaszczyźnie siatki kresek.

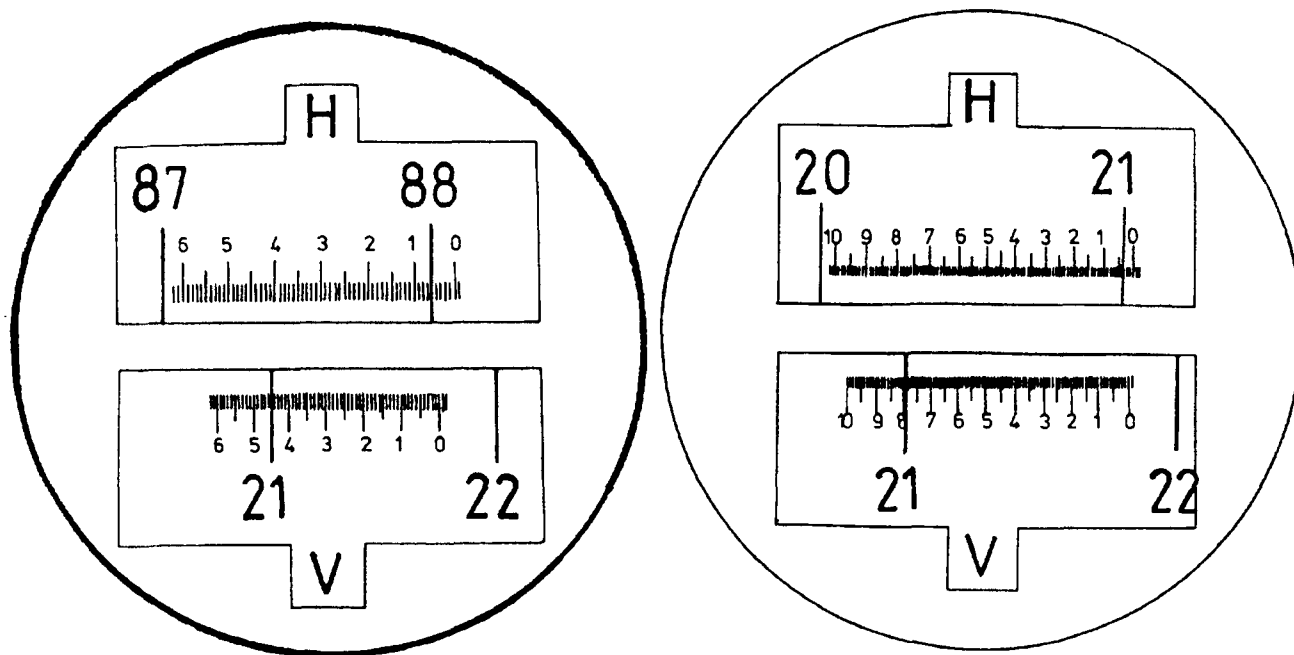
Do pomiaru kątów pionowych wmontowany jest w teodolit zespół koła pionowego. Składa się on z pionowego kręgu podziałowego połączonego na stałe z lunetą oraz urządzenia odczytowego z zamocowaną na nim libelą kolimacyjną (libela wierzchołkowa, libela koła pionowego) (rys. 1.14). Przemieszczenia tego zespołu dokonać można za pomocą śruby kolimacyjnej (śruby leniwej libeli koła pionowego). Linia zer indeksów tworzy drugie ramię kąta pionowego (pierwsze tworzy linia celowania do punktu). Zgodnie z definicją kąta pionowego ona być pozioma dlatego na urządzeniu odczytowym kąta pionowego znajduje się libela kolimacyjna.

Urządzenia odczytowe kąta pionowego i poziomego kiedyś zaopatrzone były w tzw. noniusze odczytowe.

Obecnie większość instrumentów średniej klasy dokładności pomiaru kierunków jest wyposażona w mikroskopy skalowe posiadające dla szacowania części podziałki wmontowane płytki mikrometryczne. Przebieg promieni wewnątrz instrumentu jest tak ustalany, że pozwala na dokonanie odczytu kierunków z obu kół w jednej lunecie odczytowej umieszczonej zwykle obok lunety geodezyjnej. Widok ogólny współczesnego teodolitu firmy PZO typ T6 przedstawia rys. 1.15.



Rys. 1.16. Siatka kresek teodolitu
PZO T6



Rys. 1.17. Obraz w polu widzenia mikroskopu odczytowego

Na rysunku 1.16 przedstawiono siatkę kresek teodolitu PZO T6, a na rys. 1.17 obraz w polu widzenia mikroskopu odczytowego.

1.4.3. Warunki geometryczne głównych osi teodolitu

Rozpatrując konstrukcję teodolitu z geometrycznego punktu widzenia wyróżniamy następujące osie:

- oś obrotu instrumentu (oś główna),
- oś obrotu lunety,
- oś celowa lunety,
- oś libeli alidadowej,
- oś indeksów koła pionowego,
- oś libeli kolimacyjnej.

Aby pomiar kątów poziomych i pionowych przebiegał bez zakłóceń, między wymienionymi osiami powinny zachodzić następujące warunki geometryczne:

- 1) warunek libeli alidadowej – oś libeli rurkowej powinna być prostopadła do osi głównej instrumentu,
- 2) warunek kolimacji – oś celowa lunety prostopadła do osi obrotu lunety,
- 3) warunek inklinacji – oś obrotu lunety prostopadła do osi głównej instrumentu,
- 4) warunek indeksów koła pionowego (miejsce zera) – oś libeli kolimacyjnej równoległa do linii zer indeksu koła pionowego.

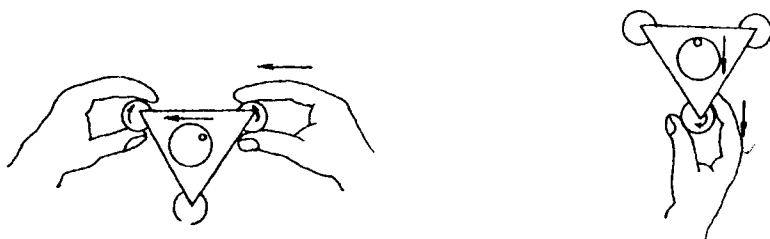
Przed przystąpieniem do prac terenowych sprawdzamy zachowanie wszystkich warunków osiowych teodolitu i w miarę potrzeb rektyfikujemy instrument czyli doprowadzamy położenie osi do założonych warunków geometrycznych.

1.4.4. Poziomowanie instrumentu.

Sprawdzenie i rektyfikacja libeli alidadowej

Po zamocowaniu instrumentu na głowicy statywu śrubą sprzęgającą statyw, wchodzącą w spodarkę, należy spoziomować instrument. Teodolit zaopatrzony jest w dwie libele – pudełkową do poziomowania zgrubnego (wstępnego) i rurkową do poziomowania precyzyjnego. Najpierw poziomujemy instrument według wskazań libeli pudełkowej. Dokonuje się tego wkręcając lub wykręcając śruby ustawcze spodarki aż do wprowadzenia pęcherzyka w górowanie (koncentrycznie z naniesionym okręgiem). Najskuteczniej osiągnąć to można w następujący sposób: należy wybrać dwie dowolne śruby ustawcze i obracać je

jednocześnie jednakowo szybkimi ruchami oburącz w przeciwnych kierunkach (obie wkręcamy do środka lub obie wykręcamy na zewnątrz). Wówczas bańka libeli będzie się przesuwać wzdłuż linii równoległej do prostej łączącej te śruby w kierunku wskazywanym przez ruch palca wskazującego prawej dłoni. Po doprowadzeniu pęcherzyka do położenia najbliższego punktowi głównemu libeli, należy pokręcając trzecią śrubę już tylko prawą dłonią przesunąć pęcherzyk do punktu głównego. Będzie to ruch w kierunku prostopadłym do poprzedniego, a zwrot jest zgodny z regułą ruchu wskazującego palca prawej dłoni. Gdy pęcherzyk nie trafia w punkt główny libeli należy procedurę poziomowania powtórzyć (najpierw oburącz — dwiema śrubami (rys. 1.18) ustawczymi, a potem trzecią śrubę — prawą ręką).



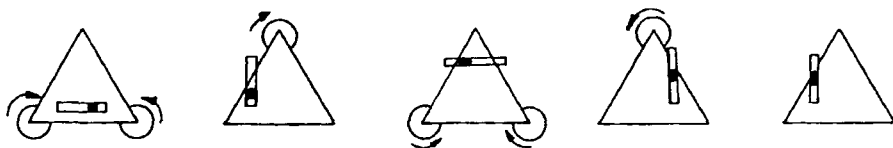
Rys. 1.18. Poziomowanie libeli pudełkowej

Po spoziomowaniu libeli pudełkowej obracamy instrument o 180° i obserwujemy zachowanie się pęcherzyka. Jeśli ustali się w położeniu centralnym znaczy to, że płaszczyzna główna libeli pudełkowej jest prostopadła do osi obrotu instrumentu, a instrument jest zgruba spoziomowany. Gdy wychylenie pęcherzyka od punktu głównego jest większe niż jego średnica należy przeprowadzić rektyfikację libeli pudełkowej w warsztacie naprawczym.

Po spoziomowaniu zgrubnym należy dokładnie spoziomować instrument według wskazań libeli alidadowej (rurkowej). Procedura postępowania jest podobna. Ustawiamy libelę rurkową (przez obrót alidady) równoległe do dwóch śrub ustawczych. Oburącz obracając śruby w przeciwnych kierunkach ustawiamy pęcherzyk libeli w górowaniu (krańce pęcherzyka jednakowo odległe od punktu głównego). Obracamy libelę o 90° i trzecią śrubą doprowadzamy pęcherzyk do górowania. Dalej obracamy libelę o 90° i dwoma śrubami oburącz doprowadzamy pęcherzyk do górowania i jeszcze raz obracamy libelę o 90° i trzecią śrubą doprowadzamy libelę do górowania (rys. 1.19).

Aby sprawdzić zachowanie warunku prostopadłości osi głównej libeli do osi obrotu instrumentu należy obrócić libelę o 180° . Jeżeli pęcherzyk libeli wychyli się z górowania o mniej niż połowę działki podziału libeli uważamy, że warunek

ten jest spełniony z dostateczną dokładnością i instrument jest spoziomowany. Jeżeli pęcherzyk wychyli się z górowania o więcej niż pół działki należy połowę tego wychylenia usunąć przez obrót śruby ustawczej zaś drugą połowę wychylenia likwidujemy przez obrót śrubką rektyfikacyjną libeli alidadowej.



Rys. 1.19. Poziomowanie libeli rurkowej

Śrubki rektyfikacyjne obraca się za pomocą igły rektyfikacyjnej wkładając je w otwory w główce śrubki. Śrubki należy obracać delikatnie z zegarmistrzowską wprost precyzją. Po dokonaniu rektyfikacji libeli alidadowej ponownie poziomujemy instrument w pełnym cyklu i ponownie sprawdzamy libelę przez obserwację wychyleń pęcherzyka po obrocie libeli o 180° . Wychylenie pęcherzyka o więcej niż połowę działki powoduje konieczność ponownej rektyfikacji, poziomowania i sprawdzenia, aż osiągniemy zamierzony efekt.

1.4.5. Sprawdzenie warunku kolimacji i inklinacji

W nowoczesnych teodolitach rektyfikację warunków kolimacji i inklinacji wykonuje się w warsztatach specjalistycznych. Jednakże przed przystąpieniem do prac pomiarowych należy sprawdzić jak duży jest wpływ obu błędów na wyniki pomiaru kątów poziomych, gdyż znajomość tego wpływu pozwala na prawidłową ocenę dokładności pomiarów.

Wpływ obu błędów wyznaczamy łącznie. W tym celu poziomujemy dokładnie teodolit, celujemy nitką pionową na odległy dobrze widoczny cel przy prawym położeniu koła pionowego i odczytujemy kierunek do celu na skali mikrometrycznej koła poziomego H . Niech to będzie odczyt N_p . Przerzucamy lunetę przez zenit, i obracamy instrument o 180° i celujemy ponownie na ten sam punkt przy lewym położeniu koła pionowego. Na skali H dokonujemy odczytu kierunku N_L . Wpływ łączny błędu kolimacji i inklinacji obliczamy z wzoru

$$k_1 = \frac{N_p - (N_L \pm 180^\circ)}{2}$$

Analogicznie wyznaczamy wielkość k_2 dla drugiego punktu leżącego na innej niż poprzednio wysokości. Wielkości k_1 i k_2 mogą przyjmować różne wartości. Jeśli wartości te nie przekraczają wartości najmniejszej działki podziału na skali mikrometrycznej Δ_p , uważamy że wpływ błędu kolimacji i inklinacji na wyniki pomiaru kąta poziomego jest zaniebywalnie mały. Jeżeli wielkości k_1 i k_2 są większe od najmniejszej działki skali mikrometrycznej Δ_p , oznacza to istnienie błędów kolimacji i inklinacji. Mogą one być usunięte w warsztatach naprawczych.

Z zależności powyższej wynika wyraźnie, że wpływ błędu kolimacji i inklinacji na wielkości kierunków w obu położeniach lunety jest jednakowy co do wartości a przeciwny co do znaku. Stąd wniosek, że wielkość kierunku N policzona jako średnia z kierunków w dwóch położeniach lunety

$$N = \frac{(N_L \pm 180) + N_p}{2}$$

jest wolna od wpływu błędu kolimacji i inklinacji. Jest to bardzo ważna konstatacja. Dla kątów poziomych mierzonych tym samym teodolitem przy celowych nachylonych pod podobnymi kątami do poziomu wielkości k policzona ze wzoru powinna mieć tą samą wartość z dokładnością równą połowie wartości najmniejszej działki skali mikrometrycznej.

1.4.6. Sprawdzenie warunku indeksu koła pionowego (miejsce zera)

Po dokładnym spoziomowaniu teodolitu celujemy nitką poziomą na odległy, dobrze widoczny cel przy prawym położeniu koła pionowego. Doprowadzamy do górowania libelę kolimacyjną przy pomocy śruby kolimacyjnej i odczytujemy na skali mikrometrycznej koła pionowego V wartość kierunku do celu K_p . Przerzucamy lunetę przez zenit, obracamy instrument o 180° , celujemy ponownie na ten sam punkt przy lewym położeniu koła pionowego i doprowadzamy ponownie libelę kolimacyjną do górowania przy pomocy śruby kolimacyjnej. Na skali V dokonujemy odczyt kierunku K_L . Wartość błędu miejsca zera czyli kąta między linią zer indeksów koła pionowego a osią główną libeli kolimacyjnej obliczamy z zależności:

$$M_o = \frac{360^\circ - (K_L + K_p)}{2}$$

Kąt pionowy obliczony w oparciu o te same pomiary jako średnia arytmetyczna z wartości kątów pomierzonych w obu położeniach lunety nie jest

obciążony wpływem błędu miejsca zera. Dla kątów pionowych mierzonych tym samym teodolitem wartość błędu miejsca zera powinna być taka sama z dokładnością równą połowie wartości najmniejszej działki skali mikrometrycznej.

W teodolitach z automatycznym poziomowaniem kręgu pionowego, a więc bez libeli kolimacyjnej i bez śruby kolimacyjnej. Również w tych teodolitach pojawia się błąd miejsca zera. Jego sprawdzenie odbywa się według takiej samej jak wyżej opisano procedury (odpada tylko oczywiście górowanie libeli kolimacyjnej).

1.4.7. Centrowanie teodolitu z pionem optycznym

Współczesne teodolity zaopatrzone są w pionowniki optyczne – lunetki z kręgiem w środku pola widzenia, umożliwiające ustawienie instrumentu dokładnie nad żądanym punktem. Proces centrowania tych instrumentów realizuje się jednocześnie z jego poziomowaniem. Jest on pozornie skomplikowany dlatego podajemy ścisłą kolejność czynności na stanowisku instrumentu:

- ustawiamy w przybliżeniu nad punktem statyw ze zrektyfikowanym teodolitem,
- patrząc w okular pionu optycznego naprowadzamy oś pionownika na centr stanowiska przy pomocy śrub ustawczych spodarki teodolitu,
- doprowadzamy do górowania libelę pudełkową przy pomocy nóg statywu wciskając je w ziemię lub zmieniając ich długość,
- ponownie naprowadzamy oś pionownika na centr stanowiska śrubami ustawczymi,
- ponownie poziomujemy libelę pudełkową nogami statywu,
- sprawdzamy centrowanie – odchylenie pionu optycznego od centru stanowiska nie powinno przekraczać 2–3 mm,
- poziomujemy alidadę precyzyjnie względem libeli rurkowej przy pomocy śrub ustawczych w sposób opisany powyżej,
- sprawdzamy centrowanie, ewentualne odchylenie likwidujemy przesuwając (bez obrotu) teodolit na głowicy statywu po uprzednim zwolnieniu śruby sprzęgającej spodarkę ze statywem,
- ponownie poziomujemy alidadę względem libeli rurkowej śrubami ustawczymi,
- sprawdzamy centrowanie, odchylenie osi pionownika nie powinno być większe niż 2 mm, jeśli jest większe – przesuwamy teodolit na głowicy statywu, poziomujemy alidadę i sprawdzamy centrowanie.

Po wykonaniu tych czynności teodolit powinien być już scentrowany i precyzyjnie spozimowany. Można przystąpić do pomiaru kątów.

1.4.8. Pomiar kątów poziomych

Kąty poziome powinny być mierzone teodolitem zrektyfikowanym. Jednak w warunkach polowych nie zawsze jest to możliwe. Dlatego przyjęto generalną zasadę bezwzględnej konieczności rektyfikacji libeli alidadowej i bezwzględnej konieczności pomiaru kąta w dwóch położeniach lunety dla wyeliminowania wpływu błędów kolimacji i inklinacji. W geodezji pod pojęciem pełnej serii pomiaru kąta rozumie się właśnie pomiar w dwóch położeniach lunety.

Procedura pomiaru kąta poziomego teodolitem typu PZO T6 i TA 6 oraz C. Zeiss Theo 020 przebiega następująco:

- 1) centrowanie nad stanowiskiem i dokładne poziomowanie teodolitu,
- 2) ustawienie ostrego widzenia siatki kresek przez obrót wyciągiem okularowym lunety,
- 3) przy kole lewym wycelowanie zgruba na cel A celownikiem na lunecie, zaciśnięcie zacisków, ustawienie ostrości obrazu przez obrót tuleją ogniskującą,
- 4) naprowadzenie leniwką na cel A kreski pionowej siatki kresek, wykonanie odczytu a_1 na skali H,
- 5) cofnięcie leniwki i ponowne naprowadzenie na cel A, wykonanie odczytu a_2 ,
- 6) zwolnienie zacisków alidady i lunety,
- 7) wycelowanie zgruba na cel B, zaciśnięcie zacisków, ustawienie ostrości obrazu,
- 8) naprowadzenie kreski pionowej na cel B leniwką alidady, wykonanie odczytu b_1 ,
- 9) cofnięcie obrotu leniwki, ponowne naprowadzenie na cel B i wykonanie odczytu b_2 ,
- 10) zwolnienie zacisków alidady i lunety i przerzucenie lunety przez zenit,
- 11) obrót alidady o 180° z jednoczesną zmianą orientacji koła poziomego przez wciśnięcie a potem wyciśnięcie zatrzasku sprzęgu limbusa,
- 12) przy kole prawym (II położenie lunety) wycelowanie zgruba na cel B, zaciśnięcie zacisków,
- 13) naprowadzenie kreski pionowej na cel B leniwką alidady, wykonanie odczytu b_3 ,
- 14) cofnięcie obrotu leniwki, ponowne naprowadzenie na cel B i wykonanie odczytu b_4 ,
- 15) zwolnienie zacisków alidady i lunety,
- 16) wycelowanie lunety na cel A, zaciśnięcie zacisków, ustawienie ostrości obrazu,
- 17) naprowadzenie leniwką alidady na cel A kreski pionowej siatki kresek, wykonanie odczytu a_3 ,

Zapis obserwacji i obliczenie wyników pomiaru kąta poziomego wykonuje się w dzienniku pomiaru kątów (tabela 1.2). W pierwszych wierszach pokazano kolejność zapisów symbolami używanymi przy opisie pomiaru kąta.

[illegible]

43

1. Kąt poziomy liczony jest z różnicy kierunków pomierzonych; dla I położenia lunety liczymy średnie wartości kierunków i od prawego odejmujemy lewy

$$\frac{a_1 + a_2}{2} = a_L$$

$$\frac{b_1 + b_2}{2} = b_L$$

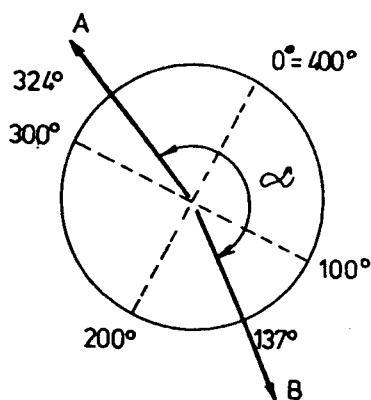
$$\alpha_L = b_L - a_L$$

dla II położenia lunety liczymy średnie wartości kierunków i od prawego odejmujemy lewy

$$\frac{a_3 + a_4}{2} = a_p$$

$$\frac{b_3 + b_4}{2} = b_p$$

$$\alpha_p = b_p - a_p$$



Rys. 1.20. Schemat obliczenia kąta poziomego

2. Różnica między kątami w obu położeniach lunety

$$\Delta\alpha = \alpha_p - \alpha_L$$

spowodowana jest niedokładnością pomiaru i wpływem ewentualnych błędów instrumentalnych kolimacji i inklinacji. Dopuszczalna różnica między kątami wynosi

$$\Delta\alpha_{\max} = 2k \pm n$$

gdzie: k – łączny wpływ kolimacji i inklinacji wyznaczony w trakcie sprawdzenia instrumentu,

n – wartość najmniejszej działki podziału skali mikrometrycznej.

W przypadku otrzymania większej różnicy niż policzona dopuszczalna należy pomiar powtórzyć.

3. Wartość kąta pomierzonego w jednej serii obliczamy (w przypadku gdy $\Delta\alpha \leq \Delta\alpha_{\max}$ z wzoru

$$\alpha = \frac{\alpha_L + \alpha_p}{2}$$

Średnia wartość kąta z dwóch położen lunety nie jest obciążona błędami kolimacji i inklinacji.

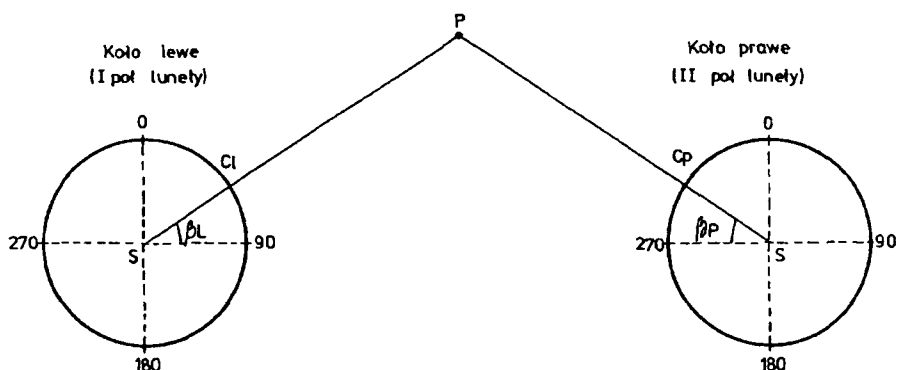
1.4.9. Pomiar kątów pionowych

Kąty pionowe również powinny być mierzone teodolitem zrektyfikowanym. Ze znanych nam już powodów mierzymy kąty pionowe w pełnej serii, czyli w dwóch położeniach lunety. Procedura pomiaru kąta pionowego teodolitem typu PZO T 6 i C. Zeiss Theo 020 przebiega następująco:

- 1) centrowanie i dokładne poziomowanie teodolitu,
- 2) ustawienie ostrego widzenia siatki kresek przez obrót wyciągiem okularowym lunety,
- 3) przy kole lewym (I położenie lunety) wycelowanie zgruba na cel P celownikiem na lunecie, zaciśnięcie zacisków, ustawienie ostrości obrazu przez obrót tuleją ogniskującą,
- 4) naprowadzenie leniwką lunety na cel P kreski poziomej siatki kresek,
- 5) doprowadzenie libeli kolimacyjnej do górowania przez obrót śruby kolimacyjnej, wykonanie odczytu c_1 ,
- 6) cofnięcie leniwki lunety, ponowne naprowadzenie lunety na cel P, sprawdzenie górowania libeli kolimacyjnej, wykonanie odczytu c_2 ,

- 7) zwolnienie zacisków alidady i lunety,
- 8) obrót alidady o 180° , przrzućenie lunety przez zenit,
- 9) przy kole prawym (II położenie lunety) wycelowanie zgruba na punkt P, zaciśnięcie zacisków,
- 10) naprowadzenie na cel P kreski poziomej siatki kresk,
- 11) doprowadzenie do górowania libeli kolimacyjnej śrubą kolimacyjną, wykonanie odczytu c_3 ,
- 12) cofnięcie leniwiki lunety, ponowne naprowadzenie lunety na cel P, sprawdzenie górowania libeli kolimacyjnej, wykonanie odczytu c_4 .

Zapis obserwacji i obliczenie wyników pomiarów kąta pionowego wykonuje się w dzienniku pomiaru kątów (tabela 1.2).



Rys. 1.21. Schemat obliczenia kąta pionowego

Kąt pionowy β (rys. 1.21) oblicza się według przedstawionej poniżej formuły.

1. Kąt pionowy liczony jest z różnicy kierunków poziomego i pomierzonego; dla I położenia lunety liczy się średnią wartość kierunku pomierzonego i od kierunku prawego (poziomego) odejmuje się lewy (pomierzony)

$$\frac{c_1 + c_2}{2} = c_L$$

$$\beta_L = 90^\circ - c_L$$

dla II położenia lunety liczy się średnią wartość kierunku pomierzonego (prawego) i odejmuje od niego wartość kierunku poziomego (lewego)

$$\frac{c_3 + c_4}{2} = c_P$$

$$\beta_p = c_p - 270^\circ$$

2. Różnica między kątami w obu położeniach lunety

$$\Delta\beta = \beta_p - \beta_L$$

jest spowodowana niedokładnością pomiaru i wpływem błędów instrumentalnych, szczególnie błędu miejsca zera. Nie powinna ona przekraczać różnicy dopuszczalnej

$$\Delta\beta_{\max} = 2m_o \pm n$$

gdzie: m_o – błąd indeksu koła pionowego (miejsce zera),

n – wartość najmniejszej działki przedziału skali mikrometrycznej.

W przypadku otrzymania większej różnicy między kątami niż policzona dopuszczalna należy pomiar powtórzyć.

3. Wartość kąta pionowego pomierzonego w jednej serii obliczamy (w przypadku gdy $\Delta\beta \leq \Delta\beta_{\max}$) ze wzoru

$$\beta = \frac{\beta_L + \beta_p}{2}$$

Średnia wartość kąta z dwóch położen lunety nie jest obciążona wpływem błędu miejsca zera.

Uwaga: W przypadku posługiwania się teodolitem wyposażonym w automatyczne (samopoziomujące) koło pionowe procedurę pomiarową stosujemy jak opisano wyżej z wyjątkiem pkt. 5 i pkt 11, a procedurę obliczeniową bez zmian. W przypadku teodolitu z podziałem gradowym koła pionowego wzory na kąty pionowe przyjmą oczywiście postać:

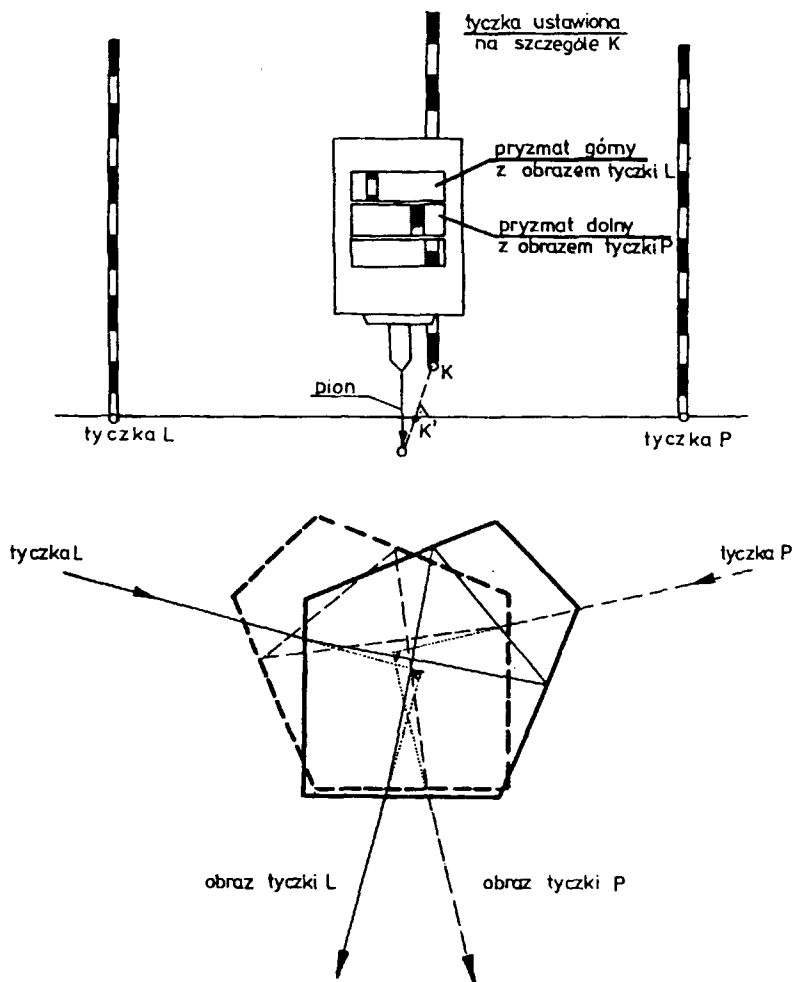
$$\beta_L = 100^g - c_L$$

$$\beta_p = c_p - 300^g$$

1.4.10. Węgielnica

Specyficznym przyrządem geodezyjnym, przeznaczonym do realizacji w terenie kąta prostego jest węgielnica. Wyznaczanie kąta prostego ma w geodezji długą tradycję i szerokie zastosowanie. Powszechnie używa się węgielnic dwuprzyszmatyczne pentagonalne. Ich podstawowym elementem są dwa pryzmaty w kształcie graniastosłupa o podstawie pięciokątnej ustawione nad sobą. Każdy z pryzmatów załamuje wpadający doń promień świetlny pod kątem prostym, zatem dwa pryzmaty wyznaczają kąt 180° , a to pozwala wtoczyć się samemu w linię prostą sygnalizowaną dwiema tyczkami.

Ma więc węgielnica możliwość jednoczesnego wtyczenia się w linię prostą i wyznaczenia kąta prostego do tej linii w punkcie nad którym stoi węgielnica. Dzięki temu jest węgielnica podstawowym przyrządem w pomiarach szczegółów sytuacyjnych metodą domiarów prostokątnych (metodą ortogonalną). Sposób posługiwania się nią podczas tego pomiaru przedstawiono na rys. 1.22.



Rys. 1.22. Schemat posługiwania się węgielnicą pentagonalną

Na schemacie przedstawiono ustawienie węgielnicy poza linią L–P oraz przebieg promieni przy takim ustawieniu. Po zgraniu obrazów tyczek stojących

w punktach L i P przesuwając się z węgielnicą w kierunku prostopadłym do linii L – P, znajdzie się ona na prostej L – P. Przesuwając ją z kolei wzdłuż tej prostej aż do momentu koincydencji obrazów tyczek w węgielnicy z tyczką ustawioną w punkcie K ustawiamy węgielnicę nad punktem K' – spodkiem prostopadłej do L – P przechodzącej przez punkt K.

Za pomocą węgielnicy pentagonalnej można realizować kąty proste z dokładnością $\pm 4' - 6'$. Pozwala to na długości do 30 m (przeciętna długość ruletki) wyznaczyć położenie punktu z błędem nie większym niż ± 5 cm.

1.5. Pomiary wysokościowe

Dział geodezji zajmujący się określeniem, które punkty położone są wyżej, a które niżej oraz liczbowym określeniem tych zależności nazwano niwelacją.

Powierzchnią odniesienia pomiarów wysokościowych jest powierzchnia pozioma, która w każdym punkcie jest prostopadła do linii działania siły ciężkości (linii pionu) przechodzącej przez ten punkt. Z całej rodziny powierzchni poziomych jako realizującą umowny poziom odniesienia pomiarów wysokościowych przyjęto taflę oceanów w stanie spoczynku. Na obszarze zajętem przez lądy umowny poziom odniesienia wyobrazić sobie trzeba jako przedłużenie tafli oceanów wewnątrz mas lądowych.

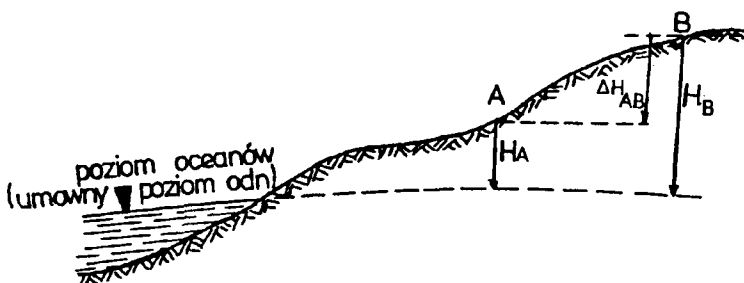
Wysokością bezwzględną punktu terenowego lub krótko wysokością punktu nazywamy odległość danego punktu od powierzchni przyjętego poziomu odniesienia mierzoną wzdłuż linii pionu przechodzącej przez ten punkt. Wysokość względna, czyli różnica wysokości dwu punktów jest to odległość pionowa pomiędzy powierzchniami poziomymi przechodzącymi przez te dwa punkty. Umownym poziomem odniesienia dla obszaru państwa polskiego jest średni poziom Morza Bałtyckiego w Kronsztadzie (zatoka Fińska). Pomiar wysokości wykonuje się bardzo rzadko, zazwyczaj mierzy się różnice wysokości, gdyż jest to znacznie wygodniejsze.

Znając różnice wysokości dwu punktów, a prócz tego wysokość jednego z nich zawsze łatwo wyznaczymy wysokość punktu drugiego.

Rysunek 1.23 ilustruje schematycznie pojęcie wysokości i różnicy wysokości. Wysokość (czyli wysokość bezwzględną) oznaczono wielką literą H, zaś różnicę wysokości (czyli wysokość względną) – symbolem ΔH . Z rysunku wyczytujemy bez trudu następujące zależności:

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A$$



Rys. 1.23. Wysokość punktów i różnica wysokości

Warto zwrócić uwagę, że różnica wysokości między punktami A i B powstaje z odjęcia od wysokości punktu B (następnego) wysokości punktu A (poprzedniego). Różnica wysokości jest dodatnia, gdy teren wznosi się, a ujemna gdy teren opada. Rozróżniamy cztery zasadnicze rodzaje pomiarów różnic wysokości, czyli cztery rodzaje niwelacji:

- niwelację geometryczną,
- niwelację trygonometryczną,
- niwelację hydrostatyczną,
- niwelację barometryczną.

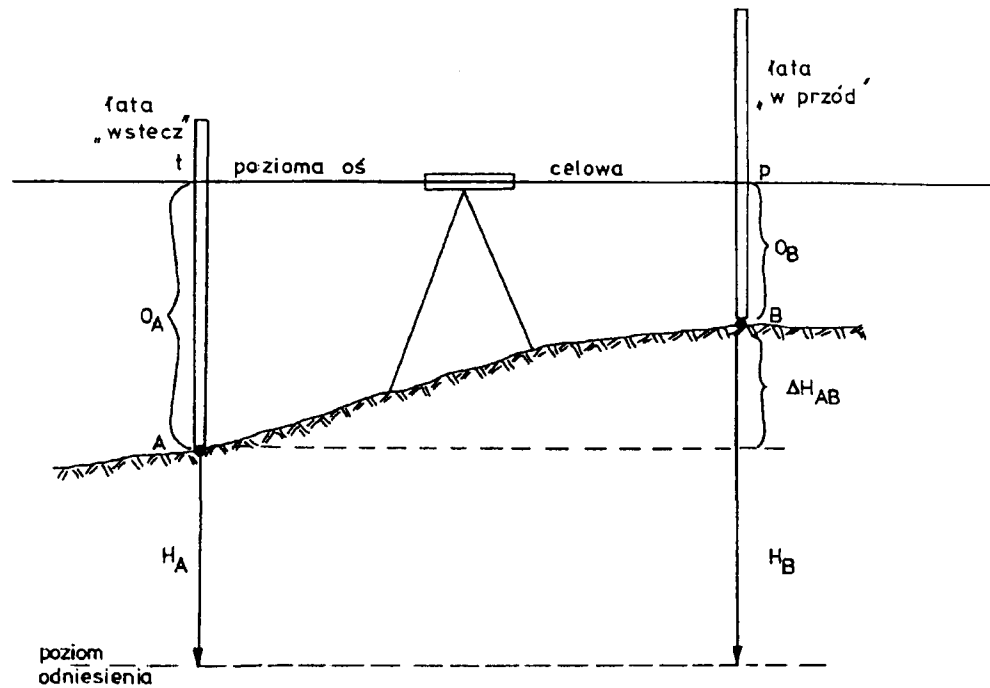
Ze względu na ograniczoną stosowalność dwóch ostatnich metod omówimy je pokrótce, szczegółowiej przedstawimy zaś dwie pierwsze.

Zasada niwelacji hydrostatycznej bazuje na zjawisku wyrównywania się poziomu cieczy w naczyniach połączonych. Zwykły wąż gumowy zakończony dwiema rurkami szklanymi wypełniony wodą stosowany jest na budowach do wyznaczania poziomów. Mimo ogromnej prostoty metoda ta pozwala na uzyskiwanie wystarczających dla prac budowlanych dokładności. Ograniczenia jej stosowania wynikają tylko z dużej pracochłonności i niewygody stosowania.

Zasada niwelacji barometrycznej polega na pomiarze wartości ciśnienia atmosferycznego w tych dwu punktach, między którymi wyznacza się różnicę wysokości. Wartość różnicy wysokości jest iloczynem różnicy ciśnień zanotowanych w obu punktach $p_A - p_B$ i wartości stopnia barometrycznego Δh_p , czyli przyrostu wysokości na jednostkę ciśnienia

$$\Delta H_{AB} = (p_A - p_B) \Delta h_p$$

Stopień barometryczny jest wielkością zmienną. Dla warunków polskich wynosi w przybliżeniu około 9 m na 1 hPa (ciśnienie atmosferyczne maleje o 1 hektopaskal przy zwiększeniu wysokości o około 9 m).



Rys. 1.24. Zasada niwelacji geometrycznej

1.5.1. Niwelacja geometryczna

Zasada niwelacji geometrycznej polega na wyznaczeniu różnicy wysokości między dwoma punktami drogą pomiaru odległości pionowych tych punktów od wyznaczonej w przestrzeni linii (płaszczyzny) poziomej (rys. 1.24).

Do wyznaczenia w przestrzeni linii (płaszczyzny) poziomej służy instrument geodezyjny zwany niwelatorem. Na punktach A i B, między którymi wyznaczamy różnicę wysokości ustawia się pionowe sztywne przymiary liniowe zwane łatami niwelacyjnymi. Na tych łatach za pomocą niwelatora odczytujemy odległości punktów od linii poziomej O_A i O_B . Różnicę wysokości ΔH_{AB} obliczamy z następującej zależności:

$$H_A + O_A = H_B + O_B$$

$$H_B - H_A = O_A - O_B$$

$$\Delta H_{AB} = O_A - O_B$$

a uwzględniając zaznaczony kierunek pomiaru

$$\Delta H_{AB} = W - P$$

gdzie W – odczyt z „łaty wstecz”

P – odczyt z „łaty w przód”.

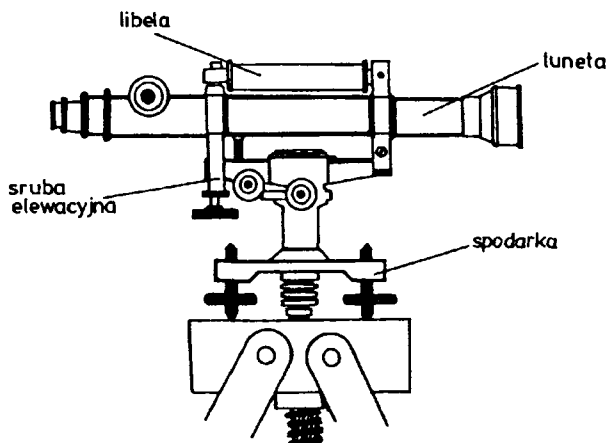
1.5.2. Niwelator

Narzędziem, za pomocą którego można realizować poziomą linię celowania jest niwelator. Do zapewnienia poziomości osi celowej wykorzystano własność libeli (por. rys. 1.10). Wystarczy bowiem sprzęgnąć oś libeli z osią celową niwelatora aby sprowadzenie osi libeli do poziomu (pęcherzyk libeli do górowania) pociągało za sobą pożądaną poziomość osi celowej. Niwelatory skonstruowane na tej zasadzie noszą nazwę niwelatorów libelowych.

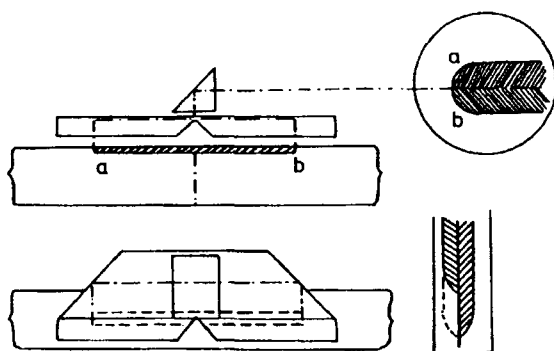
Obecnie powszechnie używa się do pomiarów wysokościowych niwelatorów libelowych ze śrubą elewacyjną. Schemat takiego niwelatora przedstawiono na rysunku 1.25. Składa się on z trzech podstawowych części:

- spodarki,
- alidady,
- lunety.

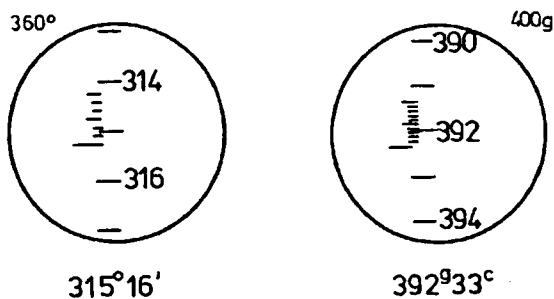
Spodarka służy do sprzęgnięcia instrumentu ze statywem i do wstępnego spoziomowania go za pomocą ruchu śrub nastawczych.



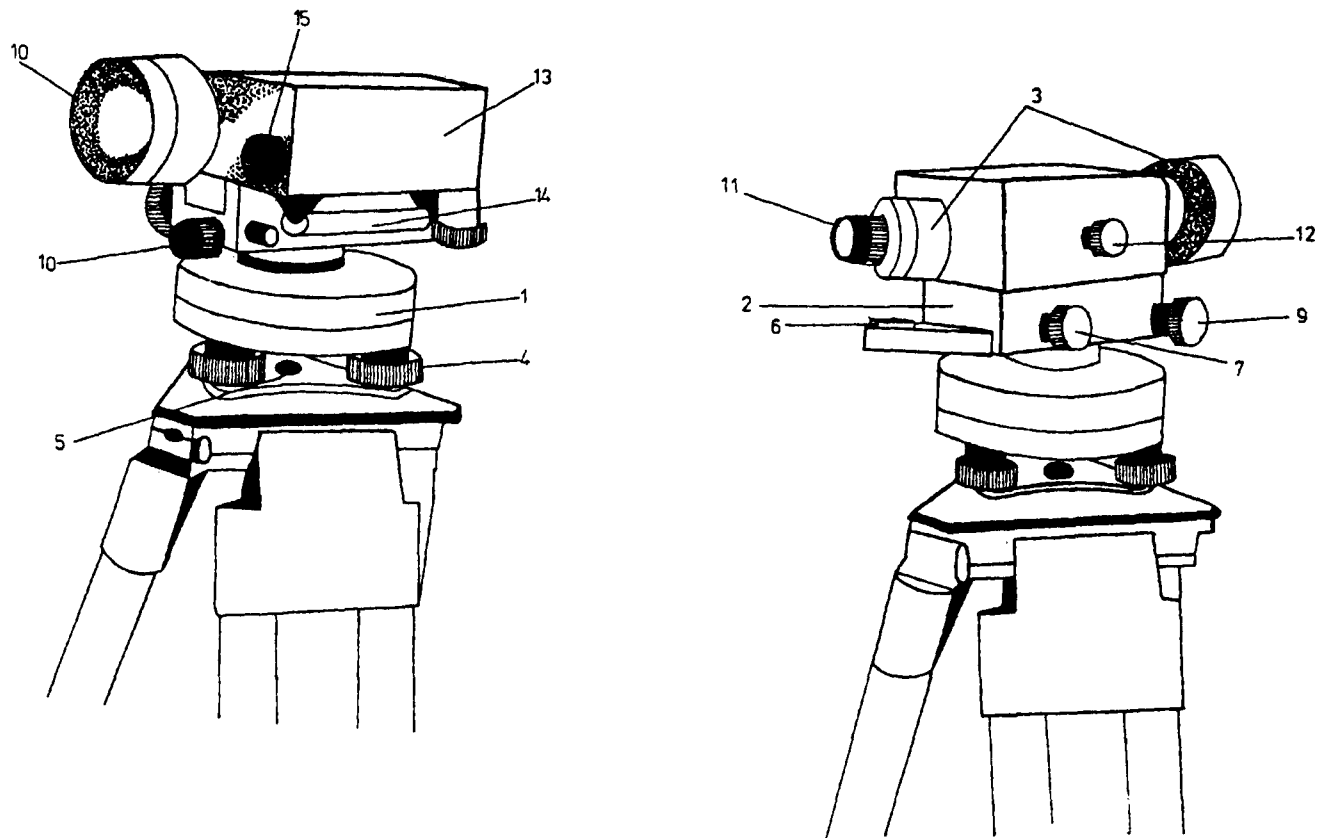
Rys. 1.25. Schemat niwelatora libelowego



Rys. 1.26. Pryzmaty Wilda. Koicydencja pęcherzyka libeli



Rys. 1.27. System odczytowy koła poziomego niwelatora

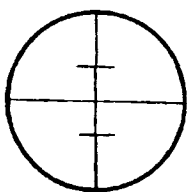


Rys. 1.28. Widok ogólny niwelatora PZO Ni 71

1 – spodarka, 2 – alidada, 3 – luneta, 4 – śruba elewacyjna, 8 – leniwka ruchu poziomego, 9 – śruba zaciskowa, 10 – obiektyw lunety, 11 – okular lunety, 12 – śruba ogniskująca, 13 – obudowa libeli rurkowej, 14 – lustro libeli rurkowej, 15 – osłona śrubek rektyfikacyjnych libeli rurkowej

Alidada jest obrotową podstawą lunety. Zamocowano na niej libelę pułkową do zgrubnego poziomowania instrumentu, śrubę zaciskową obrotu poziomego i śrubę ruchu leniwego oraz śrubę elewacyjną. Śruba elewacyjna pozwala na niewielki, bardzo powolny ruch lunety w płaszczyźnie pionowej. Za pomocą śruby elewacyjnej doprowadzamy do górowania libelę rurkową sprzęgniętą z lunetą. Luneta niwelatora jest typową lunetą geodezyjną wyposażoną w siatkę kresek, z wyciągiem okularowym i śrubą ogniskującą. Na lunecie zamontowana jest libela rurkowa o dużej czułości. We współczesnych niwelatorach libela jest obudowana, a ruch pęcherzyka obserwowany jest przez zespół pryzmatów rozszczepiających obraz pęcherzyka a następnie nakładających obrazy jego krańców na siebie. Koincydencja krańców pęcherzyka zachodzi wówczas, gdy oś libeli jest spoziomowana (rys. 1.26). Niektóre typy niwelatorów wyposażone są w koło poziome pozwalające na pomiar kierunków (z dokładnością mniejszą od pomiarów teodolitem). System odczytowy koła poziomego niwelatora przedstawia rys. 1.27.

Widok ogólny współczesnego niwelatora libelowego firmy PZO typ NI 71 przedstawia rys. 1.28.



Rys. 1.29. Siatka kresek niwelatora PZO Ni 71

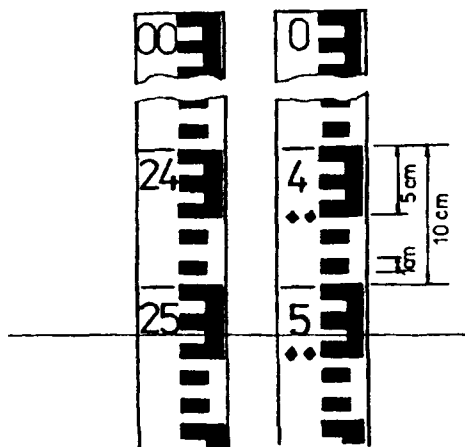
Na rysunku 1.29 przedstawiono obraz siatki kresek niwelatora Ni 71.

1.5.3. Łaty, repery i żabki niwelacyjne

Pomiaru odległości punktu od poziomej linii celowania dokonuje się na łatach niwelacyjnych. Łata do niwelacji technicznej jest deską drewnianą z naniesionym na białe tło podziałem centymetrowym — czarnym lub czerwonym na kolejnych metrach łaty. W użyciu są łaty dwu — trzy i czterometrowe.

Na punkcie, którego wysokość względną mamy określić ustawia się łatę, zawsze początkiem podziału do dołu (tzw. zerem łaty). Podczas pomiaru łata

powinna stać pionowo. Do kontroli pionowości ustawienia łąty służy libela pudełkowa przymocowana do łąty na stałe lub dołączona do niej na czas pomiaru. Na łącie oprócz podziału centymetrowego jest opis decymetrowy, przy czym liczba dziesiątek decymetrów (liczba metrów) bywa oznaczana cyfrą lub znakiem graficznym (kropką lub kwadratem ustawionym wzdłuż przekątnych).

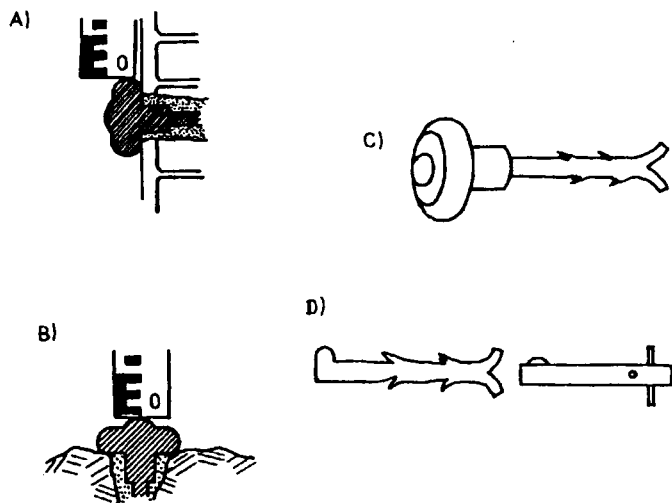


Rys. 1.30. Łaty niwelacyjne

Opis oznacza skończone decymetry odległości od początku łąty. Tak więc pierwszy decymetr podziału ma oznaczenie „zero” a ostatni w metrze ma dziewięć” (patrz rys. 1.30). Opis łąty może być odwrócony lub prosty w dostosowaniu do konstrukcji obrazu lunety niwelatora. Decymetry na łącie podzielone są na odcinki 5-centymetrowe tworzące znak na kształt litery E. Z takiej łąty można wykonać odczyt położenia kreski poziomej celowej niwelatora z dokładnością do 1 mm dokonując szacunku milimetrów „na oko”. Odczyty na łącie wykonuje się w dwu grupach dwucyfrowych: metry i decymetry opisane oraz centymetry zliczane i milimetry szacowane np. 25 34 (dwadzieścia pięć trzydzieści cztery – patrz rys. 1.30). W zapisie odczytów i obliczeniach za jednostkę przyjmuje się milimetr zaś ostateczne wyniki obliczeń (średnie różnice wysokości, wysokości punktów, odległości itp.) podaje się już w metrach dostawiając brakujący przecinek.

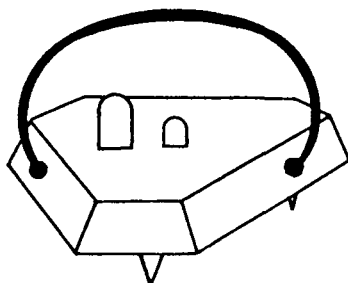
Reperem (albo znakiem wysokościowym) nazywany jest znak trwale osadzony, posiadający łatwy do identyfikacji punkt najwyższy (fragment czaszy) o określonej wysokości ponad przyjęty poziom odniesienia. Na terenie Polski jest założona sieć niwelacji precyzyjnej i technicznej stabilizowana reperami ziemnymi – osadzonymi w gruncie lub ściennymi – osadzonymi w fundamentach

trwałych budynków i budowli. Wysokość reperów sieci państwowej znajduje się w wykazach wysokości znajdujących się w składnicach Ośrodków Dokumentacji Geodezyjno – Kartograficznej odpowiednich dla określonego terytorium kraju.



Rys.1.31. Najczęściej spotykane typy reperów

Dla potrzeb obsługi geodezyjnej placu budowy stabilizuje się tzw. repery robocze, również ściennie lub ziemne. Wygląd reperów i sposób ustawienia na nich łaty przedstawia rys. 1.31.



Rys.1.32. Żabka niwelacyjna

Żabka niwelacyjna jest dość ciężką płytą żeliwną zaopatrzoną w jeden, czasem w dwa trzpienie stalowe o kulistym zakończeniu (rys. 1.32). Na trzpieniu

dobrze wdeptanej w ziemię żabki ustawia się w trakcie pomiaru łatę niwelacyjną zawsze wtedy gdy nie stoi ona na reperze lub punkcie, którego wysokość jest określona. Jej zadaniem jest zabezpieczyć łatę przed osadzeniem w gruncie.

1.5.4. Sprawdzenie i rektyfikacja niwelatora ze śrubą niwelacyjną

Podstawowym warunkiem niwelacji geometrycznej jest poziomość osi celowej. Aby zachować ten warunek do lunety niwelatora przymocowano libelę rurkową. Powstał więc zespół luneta – libela, który może być przemieszczany w płaszczyźnie pionowej za pomocą śruby elewacyjnej. Pokręcając śrubą elewacyjną doprowadzamy do górowania libelę rurkową (oś główna libeli jest pozioma). W tym momencie oś celowa będzie pozioma jeśli jest równoległa do osi głównej libeli. Zatem pierwszym i podstawowym warunkiem geometrycznym niwelatora ze śrubą elewacyjną jest warunek równoległości osi celowej do osi głównej libeli rurkowej.

Niezachowanie tego warunku bardzo utrudnia, a w wielu przypadkach wręcz uniemożliwia posługiwanie się niwelatorem. Należy więc przed przystąpieniem do pracy sprawdzić i ewentualnie zrektfikować posiadany instrument.

Ujawnienie błędu instrumentalnego nierównoległości osi celowej do osi libeli następuje podczas dwukrotnego pomiaru różnicy wysokości między tymi samymi dwoma punktami terenowymi. Sprawdzenie to wykonać można kilkoma sposobami w zależności od warunków terenowych.

Sposób I

Ustawiamy niwelator pośrodku między dwoma łatami stojącymi na punktach A i B (rys. 1.33). Przy poziomej osi libeli i występującym błędzie nierównoległości do osi celowej ta ostatnia jest odchylona od poziomu o kąt ε . Liniowy wyraz tego odchylenia na łatach wstecz i w przód oznaczono na rysunku symbolami d_w i d_p .

Różnica wysokości między punktami A i B określona metodą niwelacji „ze środka” będzie:

$$\Delta H_{AB} = (w - d_w) - (p - d_p)$$

Jeśli długości od obu łat do instrumentu (tzw. „długości celowych”) są identyczne wówczas

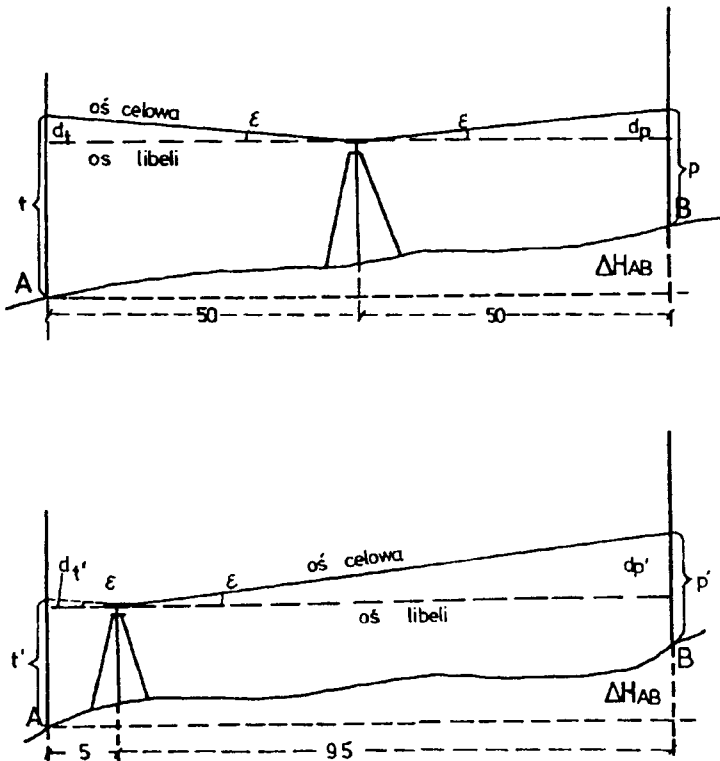
$$d_w = d_p$$

a więc

$$\Delta H_{AB} = w - p - d_w + d_p = w - p$$

Zauważmy, że różnica wysokości określona metodą niwelacji ze środka nie jest obciążona błędem nierównoległości osi celowej do osi libeli. Przenosimy następnie niwelator w pobliże łąty na punkcie A (w odległości nie mniejszej niż 2,5 m) i ponownie określamy różnicę wysokości ΔH_{AB} .

$$\Delta H_{AB} = (w' - d'_w) - (p' - d'_p) = w' - p' - d'_w + d'_p$$



Rys. 1.33. Rektyfikacja niwelatora

Zakładając, że d'_w z racji niewielkiej odległości od łąty A jest równe zeru

$$\Delta H_{AB} = w' - p' + d'_p$$

Zatem liniowa wartość błędu nierównoległości osi wynosi

$$d'_p = \Delta H_{AB} - \Delta H'_{AB} \quad \text{gdzie} \quad \Delta H'_{AB} = w' - p'$$

Jeżeli błąd nierównoległości $d'_p \geq \pm 2$ mm przystępujemy do jego usunięcia.

W czasie pomiarów zawsze w poziomie była oś libeli, chodzi teraz o sprowadzenie do poziomu osi celowej. Przy założeniu, że odczyt wstecz traktujemy jako odczyt poziomej celowej obliczamy odczyt w przód

$$p_1 = w' - \Delta H_{AB}$$

przyjmując ΔH_{AB} z niwelacji ze środka. Pokręcając śrubą elewacyjną nstawiamy poziomą kreskę krzyża nitek na obliczony odczyt p_1 . Równocześnie odchyła się od poziomu oś libeli co sygnalizuje wychylenie pęcherzyka libeli z koincydencji. Przy pomocy śrubek rektyfikacyjnych libeli doprowadzamy libelę do górowania, uzyskując tym samym również poziome położenie osi libeli. Śrubki rektyfikacyjne należy dokręcać delikatnie, nie dopuszczając do niepotrzebnych naprężeń.

Czynności sprawdzenia i rektyfikacji powtarzamy od początku; ewentualne niezgodności korygujemy w sposób podany wyżej aż do uzyskania wartości

$$d'_p \leq \pm 2 \text{ mm}$$

1.5.5. Pomiar różnicy wysokości przy użyciu niwelatora ze śrubą elewacyjną

Różnica wysokości między dwoma punktami A i B powinna być mierzona niwelatorem zrektyfikowanym, w zasadzie metodą „ze środka” czyli przy ustawieniu niwelatora na symetrycznej linii łączącej punkty A i B, jak większość pomiarów geodezyjnych dwukrotnie. Procedura pomiaru różnicy wysokości przy użyciu niwelatora ze śrubą niwelacyjną przebiega następująco:

- 1) ustawienie łąty pionowo na punktach A i B,
- 2) ustawienie niwelatora na środku i spoziomowanie go według libeli pudełkowej,

3) ustawienie ostrego widzenia siatki kresk przez obrót wyciągiem okularowym lunety,

4) wycelowanie zgruba na łatę A celownikiem na lunecie, zaciśnięcie zacisków, ustawienie ostrości obrazu łat przez obrót śrubą ogniskującą,

5) naprowadzenie leniwką kreski pionowej na ośrodek łaty,

6) doprowadzenie do koincydencji krańców pęcherzyka libeli rurkowej pokręcając śrubą elewacyjną, wykonanie odczytu w_1 ,

7) zwolnienie zacisku, wycelowanie zgruba na łatę B, zaciśnięcie zacisku, ustawienie ostrości obrazu,

8) naprowadzenie leniwką kreski pionowej na środek łaty,

9) doprowadzenie do koincydencji krańców pęcherzyka libeli rurkowej pokręcając śrubą elewacyjną, wykonanie odczytu p_1 ,

10) zmiana wysokości osi celowej niwelatora, tzw. „osadzka”, przez wciśnięcie w grunt nóg statywu bądź przez ustawienie niwelatora w innym miejscu na symetralnej odcinka AB,

11) spoziomowanie instrumentu według libeli pudełkowej,

12) wycelowanie zgruba na łatę B, poprawienie ostrości obrazu,

13) naprowadzenie leniwką kreski pionowej na środek łaty,

14) doprowadzenie do koincydencji krańców pęcherzyka libeli rurkowej pokręcając śrubą elewacyjną, wykonanie odczytu p_2 ,

15) zwolnienie zacisku, wycelowanie zgruba na łatę A, zaciśnięcie zacisku, poprawienie ostrości obrazu,

16) naprowadzenie leniwką kreski pionowej na środek łaty,

17) doprowadzenie do koincydencji krańców pęcherzyka libeli rurkowej pokręcając śrubą elewacyjną, wykonanie odczytu w_2 .

Zapis obserwacji i obliczenie wyników pomiaru różnicy wysokości wykonuje się w dzienniku niwelacji ciągu (tabela 1.3). W pierwszych wierszach pokazano kolejność zapisów symbolami używanymi przy opisie procedury pomiaru. Niżej umieszczono przykład liczbowy.

Różnicę wysokości liczymy według powyższej formuły.

1. Różnica odczytów z pomiaru I

$$r_1 = w_1 - p_1$$

2. Różnica odczytów z pomiaru II

$$r_2 = w_2 - p_1$$

3. Sprawdzenie poprawności pomiarów

$$r_1 - r_2 \leq \pm 2 \text{ mm}$$

Nr stanowiska	Oznaczenia reperów	Długość basowy	I pomiar wstecz t_1 w przód P_1 różnica $t_1 - P_1$		II pomiar wstecz t_2 w przód P_2 różnica $t_2 - P_2$		Średnia różnica wysokości Δh		Wysokość H	Uwagi i szkice zestawienia
			4	5	6	7				
1	A / B		t_1	t_2						Data pomiaru 29.09.90 Nr instrumentu 121.43536 Obserwator P. Kucina Sekretarz W. Rega
			P_1	P_2	$\Delta H_{AB} = \frac{t_1 + t_2}{2}$					
1	R _p 123 / Z		1842 1699 0143	1813 1671 0142	-05 0,1425			123,456		
2	Z / R _p R		2213 3146 -0933	2285 3218 -0933		-1 0,933		122,664		
3	R _p R / R _p 412		1967 0640 1327	2043 0718 1325	-1 1,326 0,933			123,989		
					$\Delta h_{poh} = 0,5355$		$\Delta h_t = +0,533$			
Do przeniesienia			Σt	ΣP	$\Sigma t - \Sigma P$	$\Delta h_t = +0,533$	$\Delta h_p = +0,0025$			$p_{\Delta h, max} = \pm 2 \sqrt{n} \text{ mm}$ Odchyłki otrz dop $\begin{matrix} +0,0025 \\ \pm 0,0035 \end{matrix}$ Data sprawdzenia 30.09.90 SPRAWDZIŁ:
Do przeniesienia Kontrola		$\frac{1}{2} (\Delta t_1 - \Sigma P_1 + \Delta t_2 - \Sigma P_2) = \Sigma (t-h) + \Sigma (t-h)$								

Jeżeli wyniki pomiarów nie spełniają powyższego kryterium, należy przekreślić zapisy w dzienniku, a pomiar całkowicie powtórzyć.

4. Obliczenie różnicy wysokości

Jeżeli $r_1 - r_2 \leq \pm 2 \text{ mm}$

$$\Delta H_{AB} = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

Po wpisaniu w odpowiednią rubrykę dziennika policzonej różnicy wysokości można zdjąć instrument ze stanowiska.

1.5.6. Ciąg niwelacyjny

W nielicznych przypadkach możemy wyznaczyć różnicę wysokości dwu punktów przez pomiar z jednego stanowiska niwelatora. Zwykle należy zastosować większą liczbę stanowisk, tak ze względu na odległość między punktami, jak i na konfigurację terenu. Ciąg stanowisk niwelatora, w których łąta „w przód” poprzedniego stanowiska jest zarazem łątą „wstecz” następnego stanowiska nazywa się ciągiem niwelacyjnym (rys. 1.34). Ciąg niwelacyjny rozpoczyna się od reperu (punktu o znanej wysokości) wyjściowego, przechodzi przez punkty, których wysokość chcemy wyznaczyć (np. reperów roboczych) i dalej zamyka się na reperze końcowym. W wyjątkowym przypadku ciąg niwelacyjny możemy zamknąć na reperze wyjściowym. Na każdym stanowisku mierzymy różnicę wysokości między łątami metodą niwelacji ze środka podwójnie. Wysokość reperu roboczego będzie równa wysokości reperu wyjściowego powiększonej o sumę wyrównanych różnic wysokości w ciągu od reperu wyjściowego do roboczego, więc przed obliczeniem wysokości reperu roboczego należy dokonać wyrównania ciągu niwelacyjnego. Jak pamiętamy z rozdziału 1.2.3. wyrównanie ciągu polega na przyporządkowaniu pomierzonym różnicom wysokości poprawek, których suma równa się wielkości odchyłki z przeciwnym znakiem. Odchyłka zaś jest różnicą między układem pomierzonym (sumą różnic wysokości pomierzonych) a układem rzeczywistym (różnicą wysokości reperów wyjściowego i końcowego).

Procedura wyrównania ciągu niwelacyjnego przebiega następująco:

1) obliczenie sumy pomierzonych różnic wysokości w ciągu od reperu wyjściowego do reperu końcowego

$$\Delta H_{pom} = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \dots + \Delta h_n$$

2) obliczenie rzeczywistej różnicy wysokości między reperami

$$\Delta H_{teor} = H_{rep.końc.} - H_{rep.wyjśc.}$$

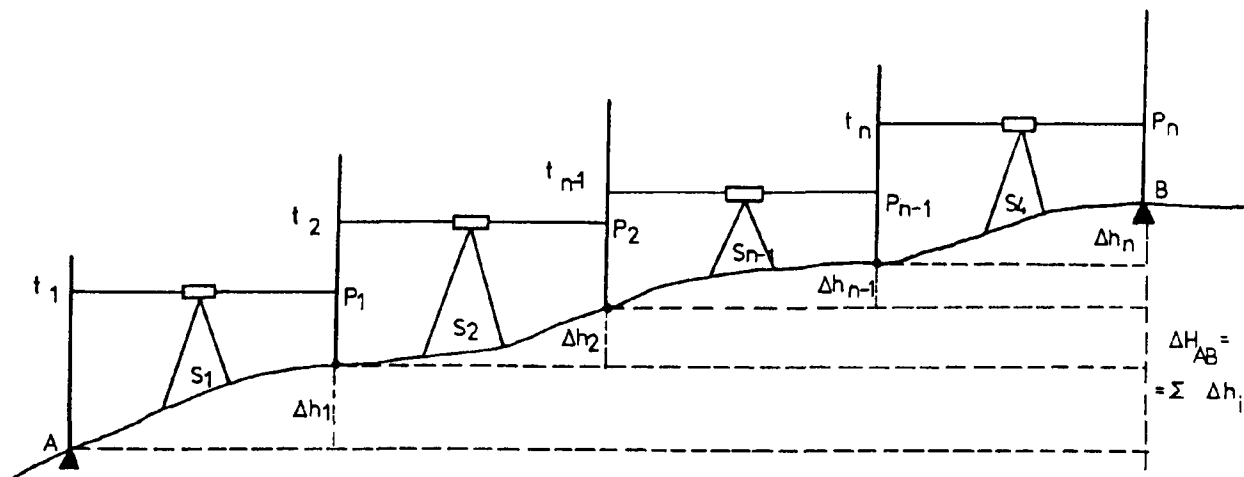
3) obliczenie odchyłki pomiarowej

$$f_{\Delta H} = \Delta H_{pom.} - \Delta H_{teor.}$$

4) obliczenie odchyłki dopuszczalnej

$$f_{\Delta H_{max}} = \pm 2 \text{ mm} \cdot \sqrt{n}$$

gdzie n – ilość stanowisk w ciągu



Rys. 1.34. Schemat ciągu niwelacyjnego

5) sprawdzenie poprawności pomiarów

a) $f_{\Delta H} > f_{\Delta H_{\max}}$ – pomiar błędny, należy powtórzyć go w całości

b) $f_{\Delta H} \leq f_{\Delta H_{\max}}$ – pomiar poprawny, można dokonać wyrównania,

6) obliczenie poprawek obserwacyjnych; przy zastosowaniu kryterium

$$f_{\Delta H_{\max}} = \pm 2 \text{ mm} \cdot \sqrt{n}$$

Dla ciągów niwelacyjnych o liczbie stanowisk większej od 4 wielkość odchyłki w milimetrach jest mniejsza od liczby stanowisk, należy więc poprawki przyporządkować w sposób następujący:

a) dodać (z odpowiednim znakiem) poprawkę o wartość 0,5 mm do każdej różnicy wysokości zakończonej połówką milimetra,

b) pozostałą wielkość odchyłki rozrzucić dodając z odpowiednim znakiem po 1 mm do największych (w liczbach bezwzględnych) różnic wysokości,

c) sprawdzić czy suma poprawionych różnic wysokości jest dokładnie równa różnicy rzeczywistej,

7) obliczenie wysokości reperu roboczego

a) dodając do wysokości reperu wyjściowego sumę wyrównanych różnic wysokości od reperu wyjściowego do roboczego,

b) odejmując od wysokości reperu końcowego sumę wyrównanych różnic wysokości od reperu roboczego do końcowego;

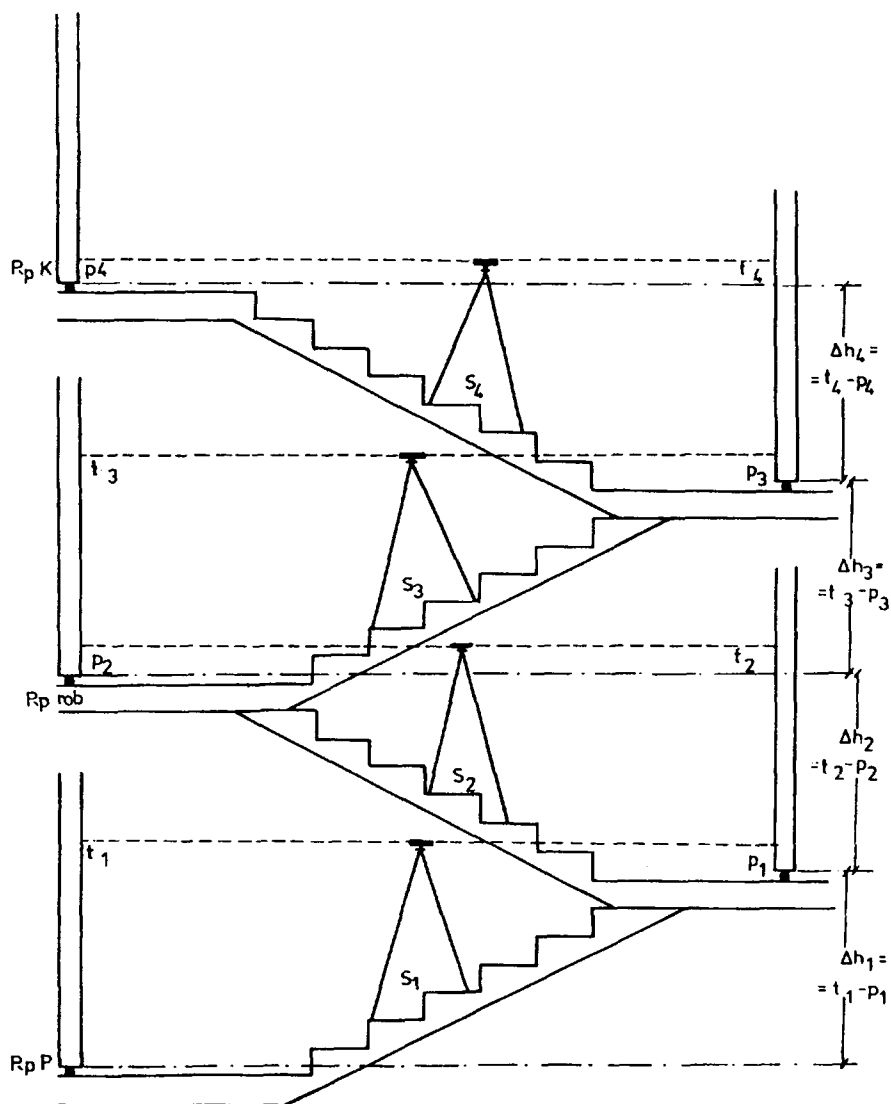
Obydwa obliczenia muszą dać identyczny rezultat.

1.5.7. Zastosowanie niwelacji geometrycznej w pomiarach inwentaryzacyjnych

Szereg zadań inwentaryzacyjnych można wykonać wykorzystując metodę niwelacji geometrycznej.

Podajemy kilka typowych rozwiązań, których przykłady mogą posłużyć inżynierowi do znalezienia rozwiązania zadań nietypowych.

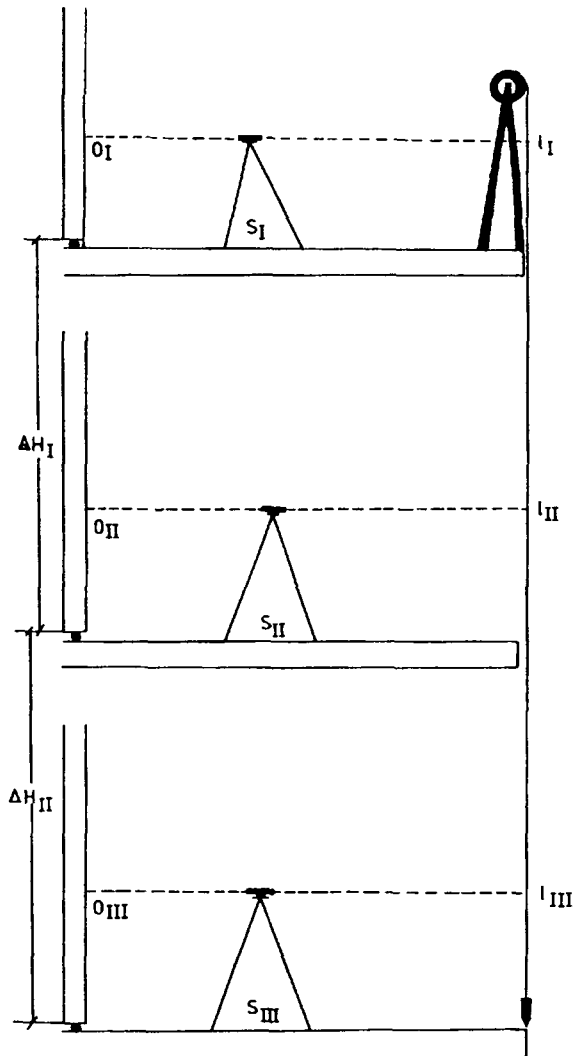
Niwelacja poziomów poszczególnych kondygnacji wewnątrz budynku. Zadanie to można wykonać stosując ciąg niwelacyjny. Na poszczególnych kondygnacjach wybieramy i oznaczamy punkty na posadzce i traktując punkt na parterze jako reper wyjściowy (np. tzw. „zero budowlane”) a punkty na wyższych kondygnacjach jako repery robocze określamy ich wysokości metodą niwelacji ciągu w klatce schodowej (rys. 1.35). Pomiar wykonujemy dwukrotnie do góry i na dół z osadzką na każdym stanowisku niwelatora zachowując podane wcześniej kryteria dokładnościowe. Wyniki pomiaru wyrównujemy zgodnie z podanymi zasadami i obliczamy wysokości poszczególnych punktów z wyrównanych różnic wysokości.



Rys. 1.35. Ciąg niwelacyjny na klatce schodowej

Pomiar wysokości kondygnacji przy użyciu niwelatora i ruletki. W obiektach, w których brak klatki schodowej dogodnej do niwelacji określenie wysokości poszczególnych kondygnacji można rozwiązać w inny sposób (rys. 1.36). Na najwyższej kondygnacji zawieszamy taśmę mierniczą obciążoną na dole ciężarkiem. Na każdej kondygnacji ustawiamy niwelator i łatę niwelacyjną na wybranym puuncie. Odczytujemy na łacie wysokości osi celowych spoziomowanych niwelatorów i następnie jednocześnie wykonujemy na taśmie odczyty poziomych osi celowych wszystkich niwelatorów. Zmieniamy położenie taśmy

i znów jednocześnie wykonujemy odczyty poziomych osi celowych wszystkich niwelatorów. Osadzamy instrumenty i powtarzamy całkowicie pomiar przy innym ustawieniu osi celowych niwelatorów.



Rys. 1.36. Niwelacja kondygnacji z użyciem taśmy mierniczej

Różnice wysokości między kondygnacjami, zgodnie z rys. 1.36, obliczamy wg formuły:

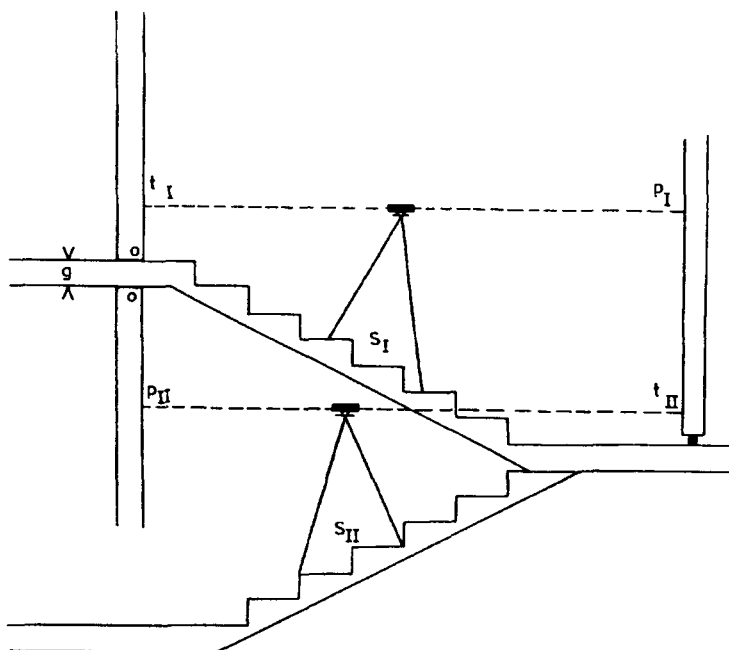
$$\Delta H_I = o_I - o_{II} + l_{II} - l_I$$

$$\Delta H_{II} = o_{II} - o_{III} + l_{III} - l_{II}$$

Dwukrotny pomiar różnicy wysokości kondygnacji tym sposobem daje zgodność wyników z dokładnością ± 5 mm.

Pomiar grubości stropu

Grubość stropu można określić jako różnicę wysokości punktów leżących na jego przeciwnych płaszczyznach. Na rysunku 1.37 przedstawiono sposób rozmieszczenia stanowisk niwelatora i ustawienie łąt.

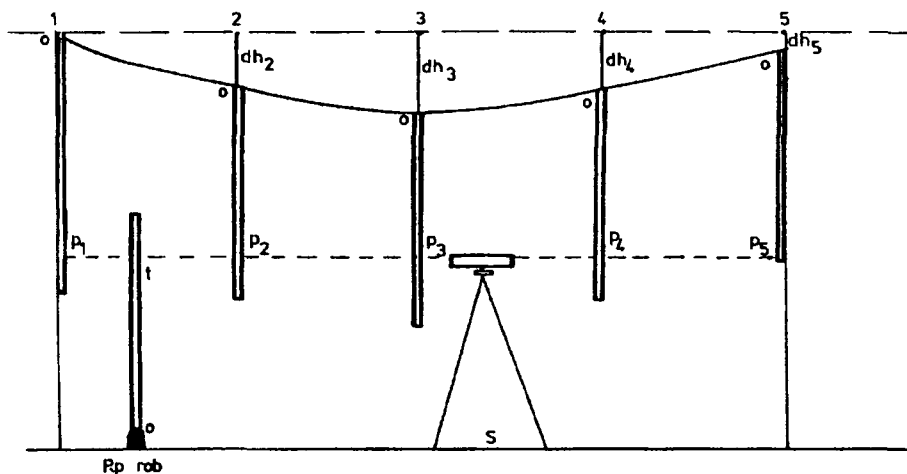


Rys. 1.37. Pomiar grubości stropu

Grubość stropu oblicza się według formuły

Dwukrotny pomiar grubości stropu tym sposobem daje zgodność wyników z dokładnością ± 2 mm. Istotna jest w tym wypadku staranna identyfikacja punktów przyłożenia łaty do stropu.

Na przekroju wyznaczamy punkty skrajne i punkt środkowy oraz w zależności od potrzeb dodatkowo parzystą liczbę punktów pośrednich (rys. 1.38).



W pewnej odległości (min. 3 m) od przekroju, na jego symetralnej ustawiamy niwelator i poziomujemy oś celową. Następnie przystawiamy łąkę pionowo, zerem do punktu na suficie i wykonujemy odczyt p_1 . Odchylenie linii sufitu od poziomu przeprowadzonego przez punkt np. 1 obliczamy odejmując od odczytu P_1 odczyty p_i dla każdego i —tego punktu sufitu.

Pomiary wykonujemy dwukrotnie, przy dwóch różnych ustawieniach niwelatora (z „osadzką”). Istotna jest tu również staranna identyfikacja punktów przyłożenia łąt.

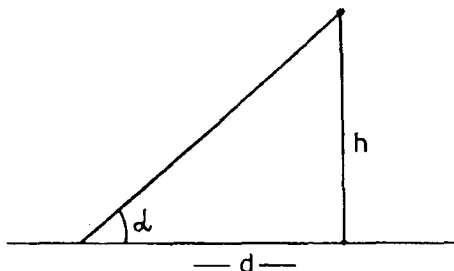
W przypadku wyznaczenia więcej niż jednego przekroju sufitowego zachodzi konieczność wzajemnego ich wysokościowego powiązania. Wówczas wybieramy na podłodze punkt spełniający rolę reperu roboczego a pomiar każdego przekroju poprzedzamy i kończymy odczytami na łącie ustawionej na reperze roboczym. Daje to możliwość obliczenia wysokości wszystkich punktów sufitu w jednolitym układzie odniesienia — układzie reperu roboczego i umożliwia tym samym sporządzenie mapy warstwicznej deformacji sufitu. Wysokość punktu sufitowego H_i jest równa sumie odczytów z łąty na reperze w_r i z łąty na punkcie sufitowym p_i

$$H_i = w_r + p_i$$

1.5.8. Niwelacja trygonometryczna

Zasada niwelacji trygonometrycznej polega na wyznaczeniu odległości h punktu od poziomu na podstawie pomiaru kąta pionowego α oraz odległości poziomej d od wierzchołka kąta (rys. 1.39).

$$h = d \operatorname{tg} \alpha$$



Rys. 1.39. Zasada niwelacji trygonometrycznej

Zasadę niwelacji trygonometrycznej wykorzystuje się do wielu pomiarów inwentaryzacyjnych obiektów wysokich i trudno dostępnych.

Wyznaczenie wysokości wierzchołka wieży

Konstrukcję geometryczną pomiaru wysokości wieży ilustruje rys. 1.40. Wysokość punktu B (wierzchołek wieży) można wyznaczyć z zależności:

$$H_B = H_A + i + d \operatorname{tg} \alpha$$

lub w nawiązaniu do reperu

$$H_B = H_r + w_r + d \operatorname{tg} \alpha$$

gdzie: H_A – wysokość stanowiska instrumentu

H_B – wysokość wierzchołka wieży

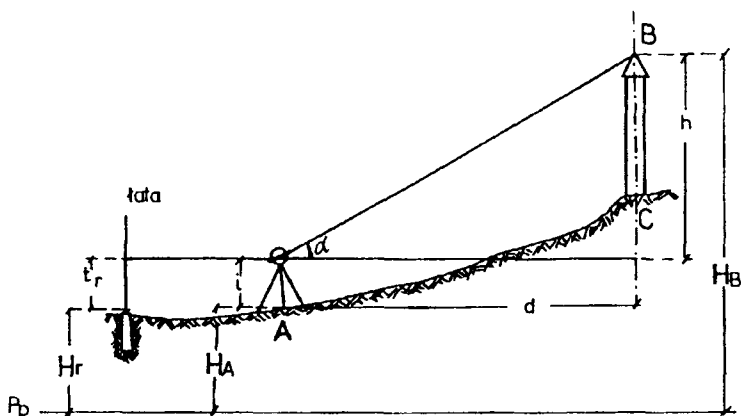
H_r – wysokość reperu

i – wysokość instrumentu

w_r – odczyt na łacie na reperze

d – odległość pozioma

α – kąt pionowy



Rys. 1.40. Pomiar wysokości wieży

Odległość d od instrumentu do osi wieży mierzymy taśmą mierniczą. Kąt pionowy mierzymy teodolitem w dwóch położeniach lunety. Odczyty w_r wykonujemy na łacie stojącej na reperze również w dwóch położeniach lunety:

w_I – I położenie przy odczycie z koła pionowego $v_I = 90^\circ(100^\circ)$ oraz w_{II} – II położenie przy odczycie z koła $v_{II} = 270^\circ(300^\circ)$, oczywiście przy spoziomowanej libeli kolimacyjnej.

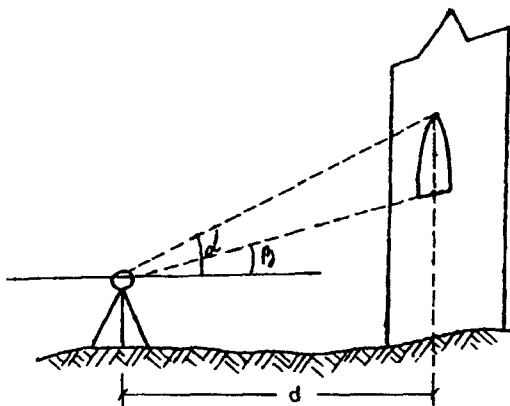
Wielkość w_r jest średnią z tych odczytów

$$w_r = \frac{w_I + w_{II}}{2}$$

Pomiar wysokości niedostępnego elementu

Na rysunku 1.41 przedstawiono sposób pomiaru wysokości okna na wieży. Mierzymy dwa kąty pionowe α i β oraz odległość d instrumentu od płaszczyzny okna. Jego wysokość h obliczymy ze wzoru

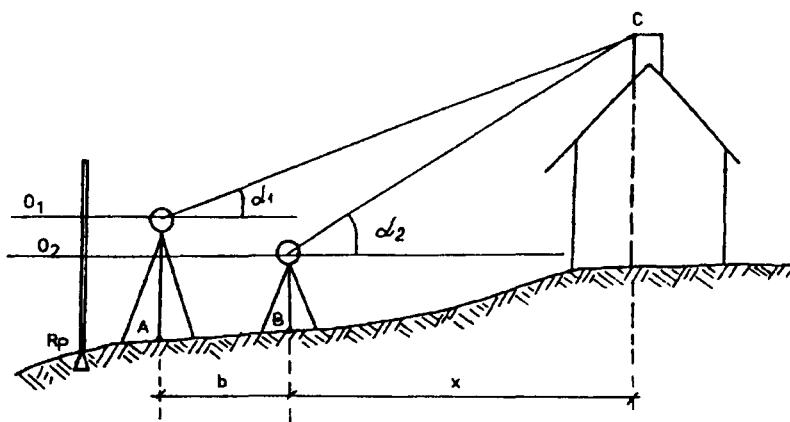
$$h = d(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) = d \frac{\sin (\alpha - \beta)}{\cos \alpha \cos \beta}$$



Rys. 1.41. Pomiar wysokości niedostępnego okna

Pomiar wysokości niedostępnego punktu

Często zdarzają się przypadki konieczności pomiaru wysokości punktu a nie ma możliwości bezpośredniego pomiaru odległości od pionowej przechodzącej przez ten punkt. Wówczas tworzymy konstrukcję pokazaną na rys. 1.42.



Rys. 1.42. Pomiar wysokości niedostępnego punktu

Na prostej przechodzącej przez szukany punkt C wyznaczamy dwa stanowiska instrumentu A i B. W tych punktach mierzymy wysokość osi celowej przez nacelowanie poziomą lunetą na łatę na reperze oraz kąty pionowe α_1 i α_2 do punktu C a także bardzo dokładnie długość poziomą odcinka AB. Odcinek ten stanowi bazę pomiaru i oznaczony jest na rys. 1.42 literą b.

Wysokość punktu C obliczamy ze wzorów:

$$H_C = (b + x) \operatorname{tg} \alpha_1 + O_1 + H_r,$$

lub

$$H_C = x \operatorname{tg} \alpha_2 + O_2 + H_r,$$

gdzie nieznaną wielkość x obliczamy ze wzoru

$$x = \frac{b \operatorname{tg} \alpha_1 + O_1 - O_2}{\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1}$$

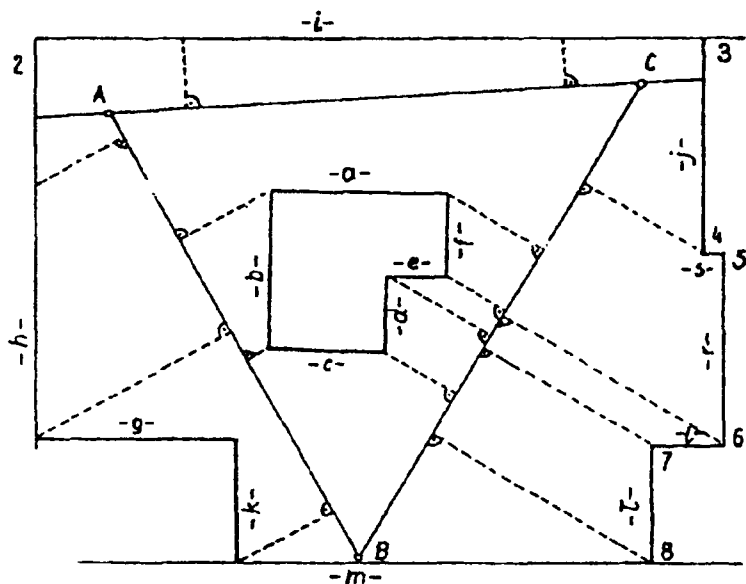
Dwukrotne obliczenie wielkości H_C z obu wzorów w tym zadaniu jest tylko kontrolą poprawności obliczeń i powinno dać identyczne rezultaty.

Przy pomiarach metodą niwelacji trygonometrycznej dokładność rezultatów zależy oczywiście od błędu pomiaru kąta pionowego i błędu pomiaru długości z tym, że dla niewielkich kątów pionowych wpływ błędu kąta jest większy a przy większych kątach pionowych wpływ błędu długości silnie wzrasta. Tak więc im krótsza odległość od obiektu lub im krótsza baza obserwacyjna tym dokładniej należy mierzyć długość przy stałej dokładności pomiaru kąta.

1.6. Pomiary sytuacyjne i wysokościowe małych obszarów

1.6.1. Pomiary sytuacyjne

Pomiary sytuacyjne małych obszarów oparte są na związkach liniowych, które mogą być niezależne w stosunku do sieci poligonowych i linii pomiarowych, tworzących podstawową osnowę pomiarową osiedla lub placu budowy.



Rys. 1.43. Przykład niezależnej osnowy pomiarowej

Przykład niezależnego związku liniowego (jako osnowy pomiarowej) jest przedstawiony na rysunku 1.43, a zależnego na rysunku 1.44. Linie osnowy powinny przebiegać jak najbliżej przedmiotów zdjęcia. Wierzchołki osnowy utrwalą się w terenie rurkami żelaznymi lub palikami. Wszystkie boki osnowy mierzy się dwukrotnie. Dla zorientowania pomiarów wskazane jest wyznaczenie azymutu magnetycznego jednego z boków osnowy.

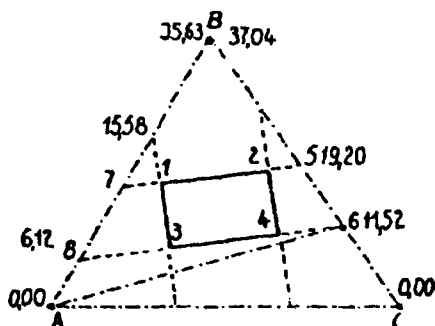
Po założeniu i pomiarzeniu osnowy przystępuje się do zdjęcia szczegółów metodą domiarów prostokątnych (za pomocą tyczek, taśmy stalowej, ruletki i węgielnicy).

Budynki mierzy się wzdłuż cokołu fundamentu. Jeżeli budynek posiada dużo występów (pilastry, portale), to wówczas zakłada się pomocnicze linie pomiarowe.

Szkiecy polowe prowadzi się w skali przybliżonej, a rzędne i odcięte zapisuje się tak, jak to jest przedstawione na rys. 1.44.

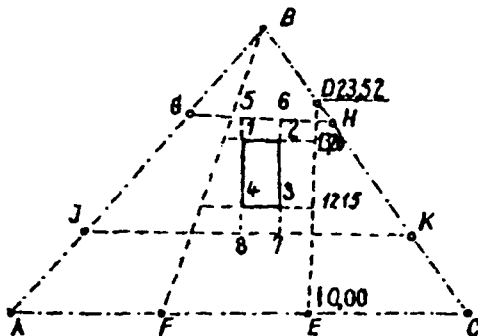
Odcięta powinna być zapisywana prostopadłe do linii pomiarowej. Miarę dotyczącą punktu początkowego zaznacza się przez 0,00, a kierunek pomiarów strzałką. Miarę końcową na linii pomiarowej podkreśla się dwoma liniami. Jeżeli na jednym domiarze prostopadłej jest kilka miar, wówczas zapisuje się je prostopadłe do kierunku domiaru i ostatnią miarę pokreśla się dwukrotnie.

Miary czołowe budynku zapisuje się równoległe do linii czołowych. Oprócz danych pomiarowych szkic powinien zawierać tytuł i numer szkicu, strzałkę NS (południka), podpis wykonawcy itd.



Rys. 1.45. Pomiar sytuacji „metodą przedłużeń” (na boki osnowy pomiarowej)

Dane na szkicu polowym otrzymane podczas pomiaru stanowią cenny materiał. Szkiców polowych nie przerysowuje się, a jeżeli zachodzi taki przypadek, to wówczas należy dołączyć do nich oryginały szkiców.

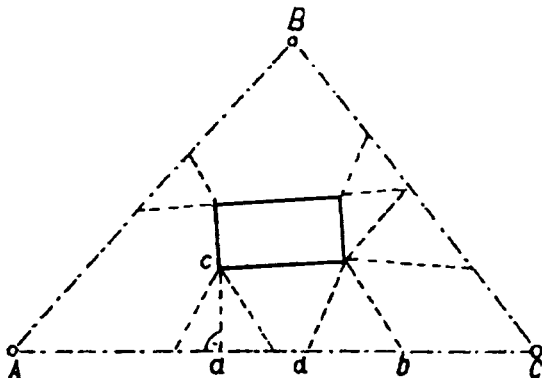


Rys. 1.46. Pomiar sytuacyjny „metodą przedłużeń” (na boki zagęszczonej osnowy pomiarowej)

Niekiedy szczegóły sytuacyjne zdejmujemy „metodą przedłużeń”. W metodzie tej boki zdejmowanego obiektu przedłużamy do przecięcia się z liniami osnowy (rys. 1.45 i rys. 1.46). Punkty obrysu budynku 1, 2, 3 i 4 będą wyznaczone jednoznacznie, jeżeli zostaną pomierzone na liniach osnowy odcinka wyznaczające wymienione przecięcia.

W celach kontrolnych przeprowadza się pomiar miar czołowych mierzonego obiektu — to jest odległości 1–2, 3–4, 1–3 i 2–4.

Zdjęcie szczegółów sytuacyjnych można przeprowadzić również na podstawie pomiaru odległości od dwóch znanych punktów na liniach osnowy do zdejmowanego punktu (rys. 1.47). Jest to tzw. metoda wcięć liniowych. Zarówno w metodzie przedłużeń, jak i w metodzie wcięć liniowych nie zachodzi potrzeba użycia węgielnicy.



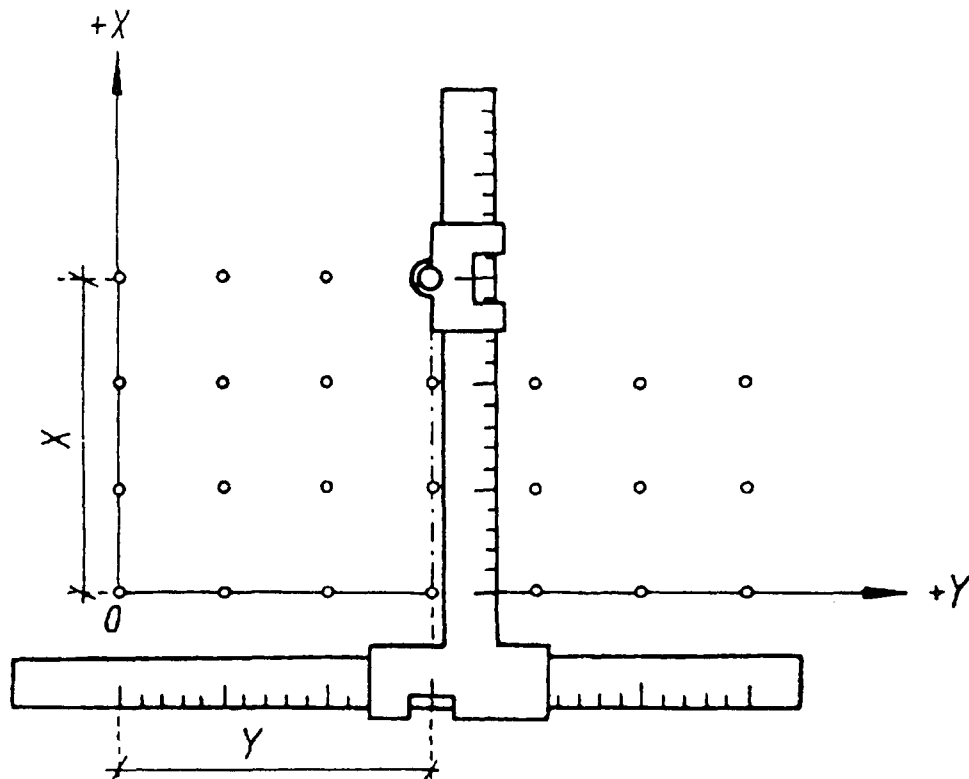
Rys. 1.47. Pomiar sytuacyjny „metodą wcięć liniowych”

Na podstawie miar ze szkiców polowych sporządzamy w odpowiedniej skali mapy (plany). Do tych czynności używa się podziałki transversalnej, cyrkla oraz dwóch trójkątów. Prace te rozpoczynamy od naniesienia osnowy pomiarowej. Następnie posługując się wymienionymi pomocami rysunkowymi nanosimy, opierając się na osnowie, szczegóły sytuacyjne.

1.6.2. Nanoszenie szczegółów na mapę. Kartowanie

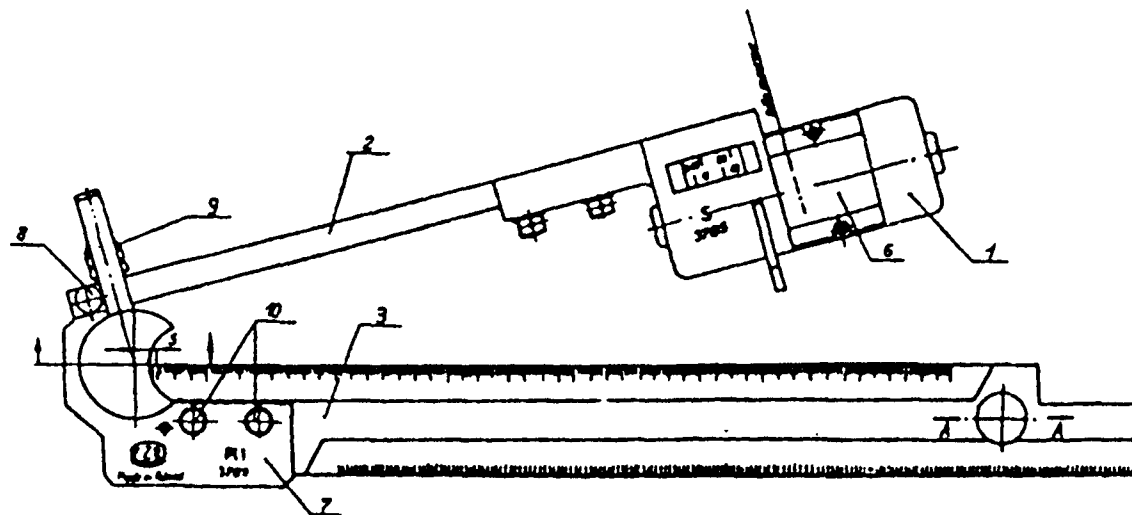
Punkty osnowy geodezyjnej nanosimy na arkusz mapy za pomocą koordynatografu razem z siatką kwadratów lub też później, opierając się na siatce kwadratów. W drugim przypadku, od linii siatki odmierzamy różnicę współrzędnych w skali mapy posługując się podziałką poprzeczną i cyrklem (przenośnikiem). Wykorzystując linie pomiarowe i boki poligonowe nanosimy punkty szczegółów sytuacyjnych za pomocą przenośnika i podziałki poprzecznej lub też posługując się specjalnym koordynatografem kreślarskim.

Nanośnik szczegółów produkcji PZO (rys. 1.48) składa się z dwóch liniałów ustawionych względem siebie pod kątem prostym. Liniały te są odpowiednio



Rys. 1.48. Nośnik prostokątny PZO

22222



Rys. 1.49. Konstrukcja nanośnika biegunowego NB1

1 – licznik, 2 – ramię, 3 – liniał, 4 – oś biegunowa, 5 – biegun, 6 – soczewka odczytowa, 7 – łącznik, 8 – wkręt zaciskowy, 9 – przegub kołowy, 10 – wkręt mocujący liniał, 11 – przewód, 12 – kulka, 13 – sprężyna przewoźnika

wyskalowane i służą do odkładania rzędnych i odciętych (domiarów prostokątnych). Celem zwiększenia dokładności przyrząd zaopatrzony jest w wymienne noniusze dla trzech różnych skal.

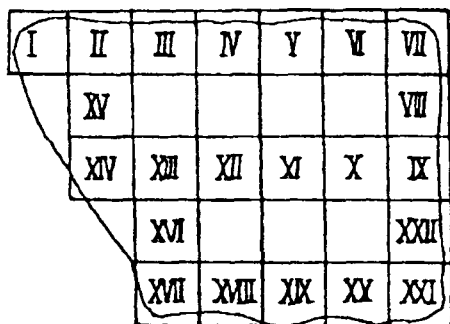
Do nanoszenia punktów zmierzonych metodą biegunową służą nanośniki biegunowe. Są to przyrządy pozwalające na odłożenie kąta i długości. Nanośnik biegunowy PZO (rys. 1.49) składa się z dwóch ramion połączonych ze sobą przegubowo. Na jednym z nich naniesiono podziałkę liniową, na drugim osadzono kółko pomiarowe. Kąt, o jaki obróciło się kółko pomiarowe, odczytujemy na podziałce bębna, przy użyciu noniusza, z dokładnością $1'(2'')$.

Do automatycznego kartowania map konstruowane są specjalne koordynatografy automatyczne, sterowane danymi z taśmy perforowanej, będącymi wynikami obliczeń maszyn cyfrowych. Do takich urządzeń pracujących w Polsce należy zaliczyć: Cartimat produkcji Zeissa i kartometr zbudowany w Instytucie Geodezji i Kartografii.

Koordinatografy automatyczne znajdują coraz szersze zastosowanie w automatyzacji procesów technologicznych i opracowaniach geodezyjnych.

1.6.3. Pomiary wysokościowe

Na terenach placów budów zachodzi potrzeba przeprowadzenia pomiarów rzeźby terenu, przez wyznaczenie wysokości szeregu punktów, a następnie naniesienia ich na mapę (plan) i wykreślenia warstwicy.



Rys. 1.50. Szkic niwelacyjnej siatki kwadratów

Metod pomiarów jest kilka. Pierwszą jest metoda siatki kwadratów (rys. 1.50). Prace rozpoczynamy od wytyczenia za pomocą teodolitu lub węgielnicy dwóch głównych linii do siebie prostokątnych (najlepiej równoległych do linii zabudowy) i wbicia na nich palików w odległościach odpowiadających

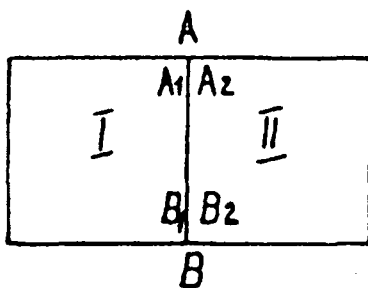
bokom projektowanej siatki kwadratów. Następnie używając węgielnicy, taśmy i tyczek wyznaczamy pozostałe kwadraty. W praktyce zachodzą przypadki wytyczania siatek kwadratów o bokach 5 m, 10 m, 50 m i 100 m.

Pomiar odbywa się w ten sposób, że z każdego stanowiska niwelatora dokonuje się odczytów na łąkach ustawionych na wszystkich czterech wierzchołkach poszczególnych kwadratów w zasięgu do 80 m od niego. Odczyty zapisuje się albo w dzienniku niwelacyjnym, albo na szkicu w odpowiednich rogach kwadratów. Pomiar niwelacyjny siatki kwadratów powinien być nawiązany do dwóch reperów roboczych, a wyjątkowo tylko do jednego reperi, gdy wysokości odnoszone są do poziomu lokalnego. W przypadku gdy pomiarem objęty jest obszar placu budowy wynoszący kilka lub kilkanaście hektarów, a boki siatki kwadratów mają wynosić np. 100 m, to niwelator ustawia się kolejno pośrodku każdego z kwadratów i odczytuje łąki ustawione na wszystkich czterech wierzchołkach kwadratów. Jeżeli odczyty zapisane są na szkicach, to np. (rys. 1.51) A_1 oznacza odczyt na łące A ze stanowiska I, a A_2 odczyt na tejże łące ze stanowiska II. Również B_1 i B_2 oznaczają odczyty na łące B ze stanowiska I i II. Wysokość punktu B względem A może być otrzymana jako różnica $A_1 - B_1$ albo też $A_2 - B_2$. Istnieje więc kontrola odczytów

$$A_1 - B_1 = A_2 - B_2$$

czyli

$$A_1 + B_2 = A_2 + B_1$$



Rys. 1.51. Sposób zapisywania odczytów na szkicu niwelacyjnej siatki kwadratów

Jak widzimy sumy odczytów „wziętych” na krzyż powinny być sobie równe. Oprócz tego dla sprawdzenia należy ciągi niwelacyjne zamykać. Na przykład:

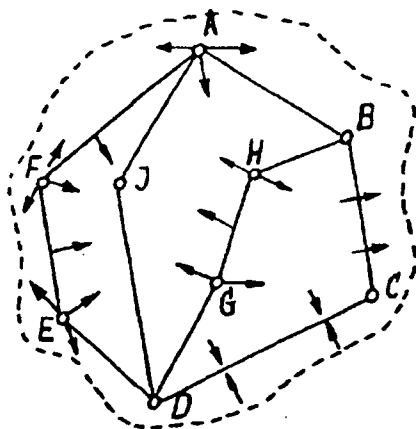
tylko dla kontroli ustawiliśmy niwelator w kwadracie XV i zniwelowaliśmy jego wierzchołki. Następnie, w nawiązaniu do tego pomiaru, obliczamy kolejno wysokości osi celowych na podstawie uprzednio dokonanych pomiarów, w kwadratach II, III ... VIII, IX, X ... , XIV, XV i dochodzimy znów do poziomu osi celowej niwelatora w kwadracie II. W ten sposób otrzymamy drugi poziom osi celowej dla kwadratu II. Różnica pomiędzy pierwszym i drugim wynikiem nie powinna przekraczać odchyłki maksymalnej

$$f_{H\max} = \pm 30\sqrt{L} \text{ mm}$$

gdzie L – długość ciągu [km].

Drugą metodą niwelacji powierzchniowej jest metoda przekrojów. Na przykład niwelowanie góry o łagodnym spadku może być wykonane w ten sposób, że zaczynając od punktu P na jej szczycie wytyczamy linie proste w różnych kierunkach. Następnie niwelujemy wszystkie załamania tych linii i odmierzamy ich odległości poziome od punktu P . Na planie linie te oznaczają się jako proste wychodzące z punktu P . W tym celu za pomocą teodolitu należy uprzednio zmierzyć kąty poziome między nimi. Na naniesionych na plan liniach zaznacza się położenie wszystkich zaniwelowanych punktów i przeprowadza interpolację warstwic.

Do niwelacji terenowej można użyć również niwelatorów z kołem poziomym, czyli stosować tzw. metodę punktów rozproszonych. W metodzie tej na każdym stanowisku mierzymy współrzędne biegunowe punktów charakterystycznych terenu oraz ich elementy wysokościowe. Punkty takie wybieramy w miejscach załamania spadku terenu lub rozmieszczamy je równomiernie na większych powierzchniach o jednostajnym spadku (rys. 1.52).



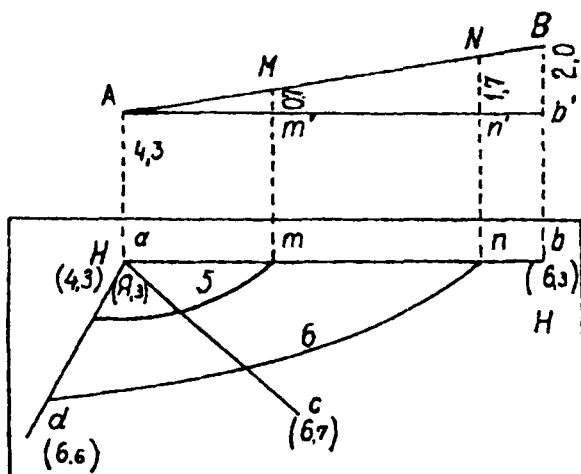
Rys. 1.52. Szkic niwelacji terenu „metodą punktów rozproszonych”

Niwelację terenu można przeprowadzić również na podstawie istniejącej aktualnie mapy sytuacyjnej. W metodzie tej identyfikuje się na mapie i w terenie punkty, które mają być niwelowane. Punkty dodatkowe rysujemy na mapę na podstawie pomiarów odniesionych do sytuacji na mapie albo do sieci pomiarowej. Niwelację wybranych punktów przeprowadza się za pomocą ciągów wysokościowych nawiązanych do reperów znajdujących się w terenie.

1.6.4. Interpolacja warstwic

Mając na planie naniesione punkty charakteryzujące kształt terenu oraz ich wysokości można przystąpić do wykreślania warstwic, których przebieg wyznaczamy za pomocą tzw. interpolacji warstwic. Opiszmy dwie metody tej interpolacji.

W pierwszej metodzie zwanej interpolacją rachunkową niechaj a i b oznaczają dwa punkty na planie odpowiadające punktom A i B w terenie (rys. 1.53).



Rys. 1.53. Interpolacja warstwic „metodą obliczeń”

Wysokość punktu A przyjmujemy za równą $4,3$ m i punktu B za $6,3$ m. Zakładamy, że spadek pomiędzy tymi punktami jest jednakowy. Jeżeli H będzie poziomem porównawczym, to wówczas:

$$aA = 4,3 \text{ m}$$

$$bB = 6,3 \text{ m}$$

$$b'B = 2,0 \text{ m}$$

W celu wykreślenia warstwicy odpowiadających wysokościami 5 m i 6 m, należy na prostej AB znaleźć takie punkty M i N, dla których byłoby

$$mM = 5,0 \text{ oraz } nN = 6,0 \text{ m,}$$

$$\text{czyli } m'M = 0,7 \text{ oraz } n'N = 1,7 \text{ m.}$$

Z trójkątów $Am'M$, $An'N$ i $Ab'B$ mamy

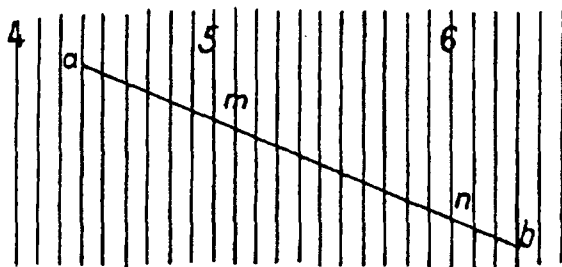
$$\frac{Am'}{Ab'} = \frac{0,7}{2,0}; \quad \frac{An'}{Ab'} = \frac{1,7}{2,0}$$

Uwzględniając równości $Am' = am$, $An' = an$ oraz $Ab' = ab$ otrzymamy

$$am = \frac{0,7}{2,0} ab \text{ oraz } an = \frac{1,7}{2,0} ab$$

Odkładając na planie odcinki am i an otrzymamy punkty m i n , odpowiadające wysokościami 5 m i 6 m. W podobny sposób można wyznaczyć na prostych ac i ad punkty odpowiadające wysokościami 5 m i 6 m. Łącząc te punkty odrębnie otrzymamy warstwice 5 m i 6 m. Oprócz tej metody wyznaczania punktów należących do pewnej warstwicy jest jeszcze inna (choć nie jedyna) metoda zastępująca opisane obliczenia.

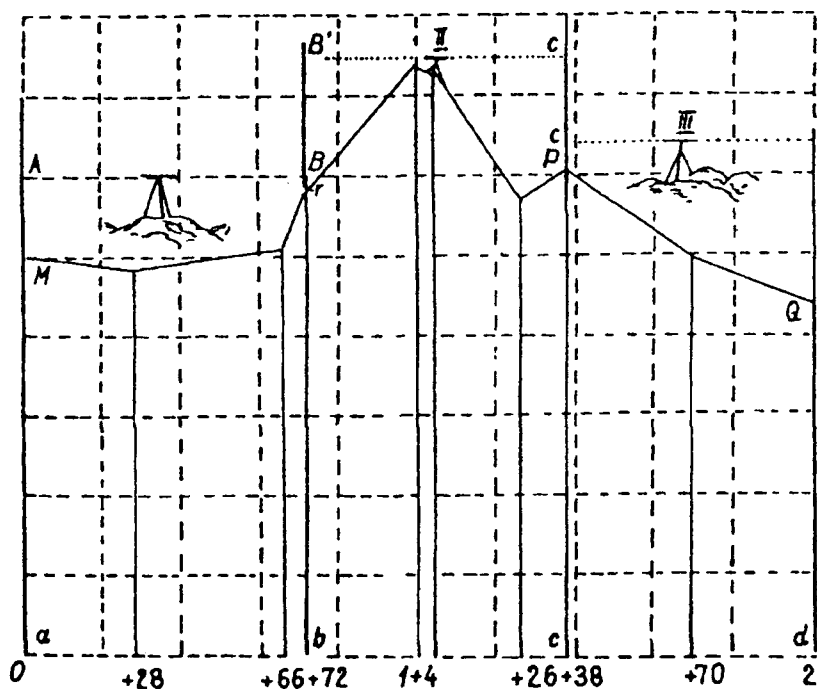
W drugiej metodzie interpolacji warstwicy na przezroczystym płótnie lub kalce kreślimy szereg równoległych prostych w jednakowych odstępach od siebie. Niechaj początkowa z tych linii odpowiada 4 m, piąta 4,5 m, dziesiąta 5 m itd. Nakładamy tę kalkę w ten sposób, że punkt a znalazł się na prostej 4,3 m oraz punkt b na prostej 6,3 m. Następnie nakładając przecięcia prostych 5 i 6 z prostą ab , otrzymamy na niej punkty m i n należące do warstwicy 5 m i 6 m (rys. 1.54).



Rys. 1.54. Interpolacja warstwicy przy użyciu kalki

1.6.5. Pomiary tras

Płaszczyzna pionowa przechodząca przez trasę przecina powierzchnię ziemi wzdłuż linii zwanej profilem (rys. 1.55).



Rys. 1.55. Profil trasy

W celu zdjęcia profilu pewnej linii wyznaczamy na niej tzw. punkty charakterystyczne czyli takie, w których zmienia się widocznie spadek powierzchni gruntu. Następnie mierzymy poziome odległości tych punktów od początku profilu oraz wyznaczamy ich wysokości nad jakimkolwiek dowolnie obranym poziomem porównawczym. Jeżeli przyjmiemy pionową linię OM (rys. 1.55) przechodzącą przez początek profilu za oś rzędnych, a poziomą Od za oś odciętych układu współrzędnych prostokątnych z początkiem w punkcie O, to pomierzone odległości punktów charakterystycznych od początku linii możemy uważać za odcięte, wysokości zaś za rzędne. Wówczas można otrzymać profil, jako linię łamaną przez połączenie tych punktów. Na zdjęcie profilu składają się trzy następujące czynności, a mianowicie:

1) oznaczenie na gruncie punktów charakterystycznych i pomiar ich odległości od początku linii,

- 2) wyznaczenie wysokości tych punktów,
- 3) wykreślenie profilu na papierze.

Czynność pierwsza polega na wytyczeniu linii za pomocą tyczek, a następnie na pomiarzeniu jej odcinków za pomocą 20 metrowej taśmy stalowej. Jeżeli rozciągnąwszy taśmę zauważymy na jej odległości charakterystyczny punkt, to określamy jego odległość od ostatniego hektometru, zaznaczając jednocześnie jego miejsce w terenie. Jeżeli np. punkt taki znajduje się na odcinku pierwszego hektometru w odległości 68 m, to zapisujemy go w postaci:

$$\frac{0}{68} \text{ lub } 0 + 68$$

Czynność drugą zwaną poziomowaniem zaczynamy od pierwszego odcinka profilu. Ustawiamy niwelator w równej odległości od początku profilu i od pierwszego punktu pośredniego, a następnie dokonujemy odczytów na łątach ustawionych na tych punktach. Niwelację na tych punktach przeprowadzamy podwójnie, a mianowicie: łąta wstecz, łąta w przód, następnie zmiana poziomu niwelatora i przesunięcie: łąta w przód, łąta wstecz. Po tej czynności niwelujemy punkty pośrednie tylko jeden raz. Czynności na następnych odcinkach profilu wykonujemy identycznie. O ile wysokość punktu początkowego nie jest dana, to przyjmujemy dowolną jej wielkość np. równą 100 m.

Dziennik niwelacji profilu podłużnego trasy dla przykładu przedstawionego na rys. 1.55 podany jest w tabeli 1.4.

Tabela 1.4

Stanowisko instrumentu	Nazwa punktu niwelowego	Odczyty łąt			Średnie odczyty		Poziomosi celowej	Wysokość punktu (rzędna)
		wstecz	poś.	w przód	wstecz	w przód		
I	0	2.102			2.104		12.104	10,000
		2.106		0.608				
	0 + 72					0.608		11,496
	0 + 28		2.404	0.608				9,700
	0 + 66		1.938					10,166
II	0 + 72	3.460			3.462		14,959	11,496
		3.464		2.772				

Tabela 1.4(cd.)

II	1 + 38			2.768		2.770		12,188
	1		0.238					14,720
	1 + 4		0.462					14,496
	1 + 26		3.604					11,354
III	1 + 38	0.612			0.612		12,800	12,188
		0.612		3.964		3.966		8,834
	2			3.968				
	1 + 70		2.842					9,958
				Suma	6.178	7.344		
						-6.178		
						1.166		

Po obliczeniu wysokości punktów, odpowiednio obranych na wytyczonej linii kreśli się tzw. profil podłużny w sposób następujący. Na osi odciętych odkłada się odległości punktów od początku linii, a na osi rzędnych ich wysokości. Otrzymane z tych współrzędnych punkty łączy się prostymi, a wykreślona w ten sposób linia łamana przedstawia kształt wytyczonej linii. Dla lepszego uwydatnienia poszczególnych nierówności rzędne kreślimy zwykle w podziałce dziesięć razy większej niż odcięte. Należy przy tym pamiętać, że wskutek tego wszystkie spadki na rysunku są daleko większe niż w rzeczywistości. Oprócz niwelowania profilu podłużnego niweluje się często pewien pas ziemi z obu stron tego profilu. W tym celu z wybranych punktów profilu podłużnego wystawiamy prostopadłe do niego za pomocą węgielnicy, oznaczamy na gruncie punkty załamania tych linii poprzecznych, odmierzamy ich odległości od osi trasy i niwelujemy je otrzymując tzw. profile poprzeczne. Przykład dziennika polowego niwelacji przekrojów poprzecznych przedstawiony jest w tabeli 1.5.

Tabela 1.5.

Punkty osi				Punkty profili poprzecznych			
Nazwa punktu	Wysokość punktu	Odczyt łąty	Poziom osi celowej	Odległość od osi		Odczyty łąt	Wysokości
				w lewo	w prawo		
2 + 15	4,071	0,643	4,714	4	—	0,537	4,177
				10	—	0,510	4,204
				—	3,5	0,658	4,056
				—	8	0,710	4,004
				—	10	0,684	4,030

Na podstawie obliczonych wysokości charakterystycznych punktów przekroju poprzecznego kreśli się jego profil w sposób identyczny z profilem podłużnym trasy. Na rysunku 1.56 przedstawiony jest profil podłużny części linii kolejowej z oznaczonymi na nim szczegółami, potrebnymi przy budowie drogi żelaznej.

1.7. Pomiary inwentaryzacyjne urządzeń podziemnych i nadziemnych

1.7.1. Terminologia. Nazwy i określenia. Podstawowe wiadomości

Uzbrojenie terenu jest to wyposażenie terenu w urządzenia podziemne i nadziemne: kanalizacyjne, wodociągowe, ciepłne, gazownicze, elektroenergetyczne, komunikacyjne, specjalnego przeznaczenia wraz z elementami naziemnymi tych urządzeń oraz inne urządzenia, jak: tunele, przejścia podziemne, podziemne parkingi, zbiorniki podziemne (np. paliw), schrony, wyjścia awaryjne, rzuty fundamentów słupów i podpór.

Urządzenie podziemne są to obiekty inżynierskie zlokalizowane poniżej powierzchni terenu.

Urządzenia nadziemne są to obiekty inżynierskie znajdujące się ponad powierzchnią terenu.

Elementy naziemne i uzbrojenia terenu są to części obiektów inżynierskich podziemnych i nadziemnych, znajdujących się na powierzchni terenu.

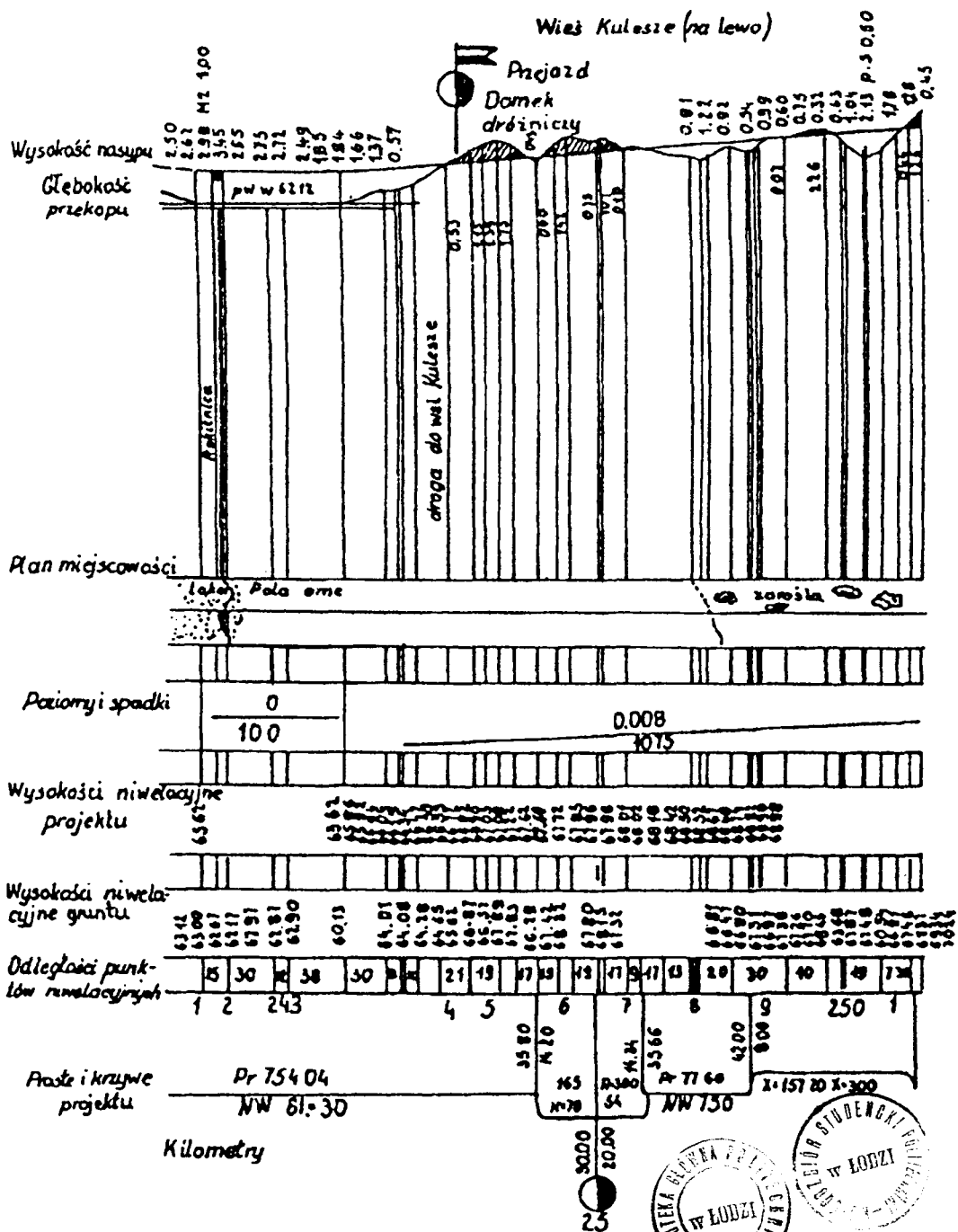
Ulica jest to pas terenu wydzielony przez linie rozgraniczające, przeznaczony między innymi do poruszania się (prowadzenia) pojazdów i ruchu pieszych oraz wykorzystywany do zlokalizowania urządzeń podziemnych i nadziemnych.

Linia rozgraniczająca jest to linia oddzielająca teren, np. ulicy od terenów innego przeznaczenia.

Dokumentację geodezyjną – kartograficzną stanowi mapa danego terenu oraz operat techniczny, na który składają się materiały polowe, obliczeniowe, projektowe itp.

Przez pojęcie inwentaryzacji geodezyjnej uzbrojenia terenu należy rozumieć zespół działań technicznych, w wyniku których powstają informacje dotyczące usytuowania poziomego i pionowego urządzeń podziemnych i nadziemnych wraz z ich elementami naziemnymi (pozwalające określić współrzędne x , y oraz rzędną wysokości głównych punktów załamania przewodów), a także niezbędne informacje służące do bezkolizyjnego projektowania lokalizacji uzbrojenia terenu.

Pełny zakres prac związanych z inwentaryzacją sieci przewodów i urządzeń podziemnych obejmuje:



Rys. 1.56. Rysunek profilu podłużnego trasy





- a) inwentaryzację geodezyjną, której celem jest stwierdzenie faktu istnienia danego urządzenia lub przewodu, podanie jego rodzaju i klasyfikacji, dokładne określenie położenia i wymiarów podstawowych jego elementów oraz uwidocznienie wyników na szkicu polowym i na mapie,
- b) inwentaryzację branżową, polegającą na szczegółowym opisie technicznym, określeniu funkcji i ocenie stanu technicznego urządzenia,
- c) inwentaryzację majątkową, której zadaniem jest ustalenie wartości majątku miejskiego.

Najbardziej złożoną i pracochłonną częścią tych prac jest inwentaryzacja geodezyjna. Wynikiem jej jest opracowanie map (w odpowiedniej skali), na których jest podane położenie sytuacyjne i wysokościowe wszystkich urządzeń i przewodów podziemnych i nadziemnych znajdujących się na obszarze miasta, a więc w ulicach i placach oraz wewnątrz bloków budowlanych.

Geodezyjną inwentaryzację podziemnego uzbrojenia terenu, ze względu na sposób jej wykonania w terenie, dzieli się na: bezpośrednią – wykonaną przed zasypaniem inwentaryzowanych urządzeń lub w specjalnie wykonanych przekopach oraz pośrednią – wykonaną aparaturą elektromagnetyczną lub inną przystosowaną do wykrywania zakrytych urządzeń podziemnych. Z uwagi na szczegółowość opracowania oraz skalę mapy, inwentaryzację uzbrojenia terenu przedstawia się na mapach szczegółowych lub przeglądowych uzbrojenia terenu.

Pomiary związane z geodezyjną inwentaryzacją uzbrojenia terenu powinny być oparte na istniejącej na danym terenie poziomej i wysokościowej osnowie geodezyjnej. Jeżeli na danym terenie nie ma osnowy poziomej lub wysokościowej, należy ją przed przystąpieniem do pomiarów inwentaryzacyjnych założyć, stosując obowiązujące w tym zakresie przepisy b. GUKiK o pomiarach kraju.

Zastabilizowane znaki punktów osnowy podlegają obowiązkowi przekazywania znaków pod ochronę, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami. Zgodnie z instrukcją (GUGiK) C–IV („Geodezyjna inwentaryzacja uzbrojenia terenu”) przed przystąpieniem do prac terenowych należy przeprowadzić analizę istniejących materiałów i dokumentów dotyczących danego obiektu, a znajdujących się:

- 1) w składnicach map i dokumentów jednostek prowadzących kataster uzbrojenia terenu,
- 2) w branżowych jednostkach zajmujących się eksploatacją i konserwacją określonych urządzeń podziemnych i nadziemnych,
- 3) w posiadaniu właścicieli i użytkowników nieruchomości (np. przyłącza domowe).

W celu zbadania aktualności istniejących map geodezyjnych należy przeprowadzić wywiad w terenie, zwracając szczególną uwagę na aktualność sytuacji

(m.in. armaturę naziemną uzbrojenia terenu) stan osnowy geodezyjnej (poziomej i pionowej). Jeżeli dla danego obszaru nie ma mapy lub jest nieaktualna, należy dokonać pomiaru sytuacyjno – wysokościowego i sporządzić mapę zgodnie z powszechnie obowiązującymi przepisami GUGiK o pomiarach kraju.

Materiały inwentaryzacyjne (dokumenty branżowe), znajdujące się w jednostkach eksploatujących dane urządzenie, mogą być wykorzystane do bezpośredniego kartowania map inwentaryzacyjnych jeżeli spełniają następujące warunki:

1) posiadają wystarczającą ilość miar (podanych do 0,1 m) do wniesienia potrzebnych punktów na opracowywaną mapę,

2) miary nawiązują do osnowy geodezyjnej lub do trwałych szczegółów sytuacyjnych (I grupy, według C – I),

3) gdy kontrola mapy (w skalach od 1:200 do 1:1000) wykaże, że błędy graficzne ustalenia odległości pomiędzy wykazanymi na mapie punktami naziemnego uzbrojenia terenu (pokrywy studzienek, zasuw itp.) w stosunku do miar wynikających z bezpośredniego pomiaru nie przekraczają 0,3 m.

Pomiarem sytuacyjnym na przewodach należy objąć:

1) oś przewodu, mierząc punkty leżące na jej załamaniach (w płaszczyźnie poziomej i pionowej) i nawiązując pomiar do osnowy geodezyjnej,

2) długości odcinków zawartych między punktami charakterystycznymi przewodów sztywnych (załamania osi) i służących jako miary kontrolne, ponadto dla przewodów kanalizacyjnych należy mierzyć niezbędne dane do kreślenia elementów łuku,

3) uzbrojenie przewodów oraz takie punkty charakterystyczne na niektórych przewodach, jak:

- punkty stałe na ciepłociągach (miejsca tzw. zakotwiczenia przewodów),
- miejsca projektowanych podłączeń na przewodach kanalizacyjnych z prefabrykatów, czyli tzw. „wcinki”,
- trójniki i czwórniki na przewodach wodociągowych.

Przy pomiarze sytuacyjnym należy również pomierzyć lub określić:

1) nominalne średnice przewodów rurowych,

2) wymiary przekrojów kanałów, podając w kolejności:

– wymiar poziomy,

– wymiar pionowy,

3) szerokość obudowy przewodów,

4) wewnętrzne wymiary budowli (a także zewnętrzne, jeżeli jest to możliwe), bezpośrednio związanych z uzbrojeniem terenu, np. studni rewizyjnych, kablowych, komór, nisz, różnego rodzaju zbiorników podziemnych, fundamentów słupów linii napowietrznych.

Przy kilku kablach, leżących obok siebie, należy zmierzyć osie kabli zewnętrznych i podać liczbę kabli tego samego rodzaju. Przy kablach tele-

komunikacyjnych, ułożonych w kanalizacji, należy podać liczbę otworów oraz wymiary bloku lub zespołu bloków, w których one biegną. Dokonując pomiaru kabli elektroenergetycznych doziemnych (w tym również trakcyjnych) oraz kabli telekomunikacyjnych ziemnych należy wykazać ich przebieg średni (zwykle oś wykopu). W inwentaryzacji napowietrznych linii telekomunikacyjnych i elektroenergetycznych (w tym także sieci trakcyjnej) należy podać rodzaj słupów oraz kierunki przebiegu linii. Na przewodach, których średnice nie przekraczają 750 mm, mierzy się tylko oś przewodu. Naziemne części uzbrojenia przewodów o wymiarach mniejszych niż 750 mm wyznacza się jednym punktem (środek urządzenia). Na szkicach polowych należy dodatkowo umieszczać informacje dotyczącą rodzaju materiału z jakiego są wykonane kanały i przewody rurowe.

Inwentaryzację przewodów kanalizacyjnych należy wykonywać według poniżej podanych wskazówek:

1) w celu pomierzenia osi kanału należy wyznaczyć najniższe punkty, wynikające z pionowego przekroju kanału,

2) w celu obliczenia współrzędnych płaskich należy pomierzyć w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej następujące punkty:

- środki pokryw wjazdów do studni (jeżeli nie zostały pomierzone wcześniej),
- osie kanałów i przykanalików w miejscach ich wylotów i wlotów do studzienki rewizyjnej (dla studni kołowych),
- środek dna studni,
- punkty rzutu poziomego dna studzienek prostokątnych i wielokątnych,

3) pomiar punktów rzutu dna studzienek rewizyjnych należy wykonywać metodą domiarów prostokątnych i przedłużeń (w obrębie studni) lub też innymi metodami zapewniającymi uzyskanie dostatecznej dokładności,

4) w przypadku studni prostokątnych i wielokątnych osie kanałów wchodzących i wychodzących ze studni należy zamierzyć na boki tych studni,

5) w studzienkach, w których nie można przeprowadzić inwentaryzacji pośrednio (przy użyciu różnego rodzaju przyrządów pomocniczych), należy przeprowadzić pomiar wewnątrz studni w nawiązaniu do ustalonych osi kanałów lub innych linii pomocniczych,

6) punkty główne łuków, do których należą początki i końce łuków osi kanałów oraz punkty przecięcia się płaszczyzn czoł kanałów z osiami kanałów, należy przenieść na powierzchnię terenu, podobnie jak punkty służące do wyznaczenia osi kanałów i zmierzyć w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej.

W celu określenia właściwego przebiegu urządzeń podziemnych zakrytych, położonych w miejscach szczególnie trudnych do pomiaru (duża liczba przewodów, skrzyżowania ulic), należy wykonać przekop kontrolny. Oś przekopu należy dowiązać do osnowy geodezyjnej lub trwałych szczegółów sytuacyjnych (zabudowy), aby umożliwić naniesienie jej na mapę. Lokalizację urządzeń

podziemnych aparaturą elektromagnetyczną przeprowadza się tylko wtedy, kiedy pomiaru bezpośredniego wykonać nie można i w zasadzie tylko w wypadku rurociągów metalowych i kabli.

Pomiarem wysokościowym, dowiązanym do miejskiej sieci znaków wysokościowych, należy objąć:

- 1) przekroje poprzeczne ulic (jeżeli nie zostały wykonane przy pomiarze tras),
- 2) widoczne na powierzchni znaki uzbrojenia terenu,
- 3) punkty charakterystyczne elementów uzbrojenia podziemnego.

Przekroje poprzeczne należy wykonywać, jeżeli nie określono w warunkach technicznych inaczej, w odstępach co 40 m, obejmując pomiarem wysokościowym wszystkie elementy przekroju normalnego ulicy w zakresie linii zabudowy, łącznie z punktami charakterystycznymi.

W pomiarach wysokościowych do punktów charakterystycznych objętych pomiarem należy zaliczyć między innymi następujące punkty wyznaczające:

1) obrysy ukształtowania terenu, jak: krawędzie i dna rowów, skarp, uskoków, wyrobisk,

2) krawężniki jezdni (góra dół), łuki pionowe i poziome istniejących niwelet jezdni,

3) wjazdy do bram i garaży, wejścia do budynków, schody (góra), chodniki, teren przy narożnikach budynków, świetliki (wierzch pierwszego i ostatniego z szeregu),

4) elementy naziemne urządzeń podziemnych i nadziemnych, jak np.: włazy kanałowe, ciepłownicze, pokrywy studzienek teletechnicznych i elektroenergetycznych, wpusty kanałowe. Oprócz rzędnych wysokości pokryw włazowych studni i komór należy podać również:

1) dla kanalizacji – rzędne wysokości dna studzienek (najniższy punkt) oraz wlotów i wylotów przewodów kanałowych i przykanalików, jak również rzędne wysokości urządzeń melioracyjnych,

2) dla przewodów wodociągowych, gazowych i ciepłowniczych bez obudowy – rzędną wysokości osi rurociągu,

3) dla sieci ciepłej w kanałach oraz dla kanalizacji teletechnicznej i elektroenergetycznej – rzędne wysokości wierzchu i dna kanałów oraz dna komór i studni,

4) dla wszystkich kabli doziemnych – rzędne wysokości górnych krawędzi (powłok) lub wierzch rury ochronnej,

5) rzędne wysokości punktów charakterystycznych, np. pionowego i poziomego załamania przewodów, na prostych odcinkach (o jednostajnym nasileniu) – punkty co 50 m wzdłuż osi przewodu.

Należy przyjąć zasadę, że pomiar wysokościowy uzbrojenia podziemnego ulic i innych terenów wykonuje się przede wszystkim w ramach inwentaryzacji

powykonawczej nowo budowanych obiektów przed ich zasypaniem w terenie. Ponadto należy wykonywać pomiary wysokościowe przewodów odkrytych w przekopach kontrolnych i awaryjnych oraz wewnątrz studzienek i komór. Przy pomiarze wysokościowym wszystkie rzędne wysokości podawać z dokładnością zapisu do 0,01 m, a przy pomiarach sytuacyjnych odczyty podawać do 0,01 m, niezależnie od kategorii terenu.

W przypadku urządzeń zakrytych podczas określania głębokości położenia przewodu aparaturą elektromagnetyczną (tam gdzie to jest możliwe, np. przy braku zakłóceń i zniekształceń wynikających z bliskiego sąsiedztwa innych przewodów) należy wykonać pomiar z dwóch stron przewodu, podając w efekcie średnią arytmetyczną. Wynik pomiaru należy podawać z dokładnością zapisu do 0,1 m.

Wyniki geodezyjnej inwentaryzacji uzbrojenia terenu należy opracować:

- 1) na mapach szczegółowych uzbrojenia terenu w skalach od 1:200 do 1:1000 oraz
- 2) na mapach przeglądowych uzbrojenia terenu w skalach od 1:1000 do 1:10 000.

Skale opracowywanych map są zależne od stopnia zainwestowania terenu w urządzenia nadziemne i podziemne. Mapy szczegółowe obejmują swą treścią wszystkie rodzaje urządzeń podziemnych i nadziemnych. Dla map tych zaleca się stosować skalę 1:500 i tzw. nakładkę uzbrojenia terenu.

Na terenach pozamiejskich, w przypadku małej liczby zamierzonych urządzeń, można stosować skalę 1:2000 lub 1:5000 z zastosowaniem nakładki uzbrojenia terenu. Mapy przeglądowe obejmują swoim zakresem w zasadzie pojedyncze rodzaje uzbrojenia. Sposób wykonania tych map jest omówiony w instrukcji technicznej regulującej sprawę katastru uzbrojenia terenu.

Opracowując mapy szczegółowe, zawierające inwentaryzację geodezyjną, należy wykazywać uzbrojenie przewodów według podanych niżej zasad.

1. Dla sieci wodociągowej:

- osie i średnice przewodów przy średnicach do 750 mm,
- krawędzie przewodów i ich średnice przy średnicach powyżej 750 mm,
- pełne uzbrojenie przewodów.

2. Dla sieci kanalizacyjnej:

- osie i średnice przewodów przy średnicach do 750 mm,
- krawędzie przewodów i ich średnice przy średnicach powyżej 750 mm,
- pełne uzbrojenie przewodów.

3. Dla sieci ciepłej:

- średnice i zewnętrzne krawędzie kanałów, w których są ułożone przewody, jeżeli szerokość kanałów przekracza 750 mm, natomiast tylko osie przewodów, jeżeli szerokości te są mniejsze,
- obrysy zewnętrzne studzienek i szybów,
- obrysy kanałów wentylacyjnych,

- osie przewodów i krawędzie zewnętrzne otuliny ciepłochronnej dla przewodów ułożonych bez kanałów (przy tzw. bezkanałowym ułożeniu przewodów), jeżeli przewody razem z otuliną mają przekrój większy niż 750 mm i same osie przewodów – przy przekrojach mniejszych,
- pokrywy włazów i inne nadziemne części obudowy uzbrojenia przewodów,
- słupy i podpory używane przy przewodach nadziemnych.

4. Dla sieci gazowej:

- osie przewodów i ich średnice przy średnicach do 750 mm,
- krawędzie przewodów i ich średnice przy średnicach powyżej 750 mm,
- pełne uzbrojenie przewodów.

5. Dla sieci telekomunikacyjnej:

- osie pojedynczych kabli ziemnych,
- przy kilku kablach, jeżeli szerokość wiązki nie przekracza 750 mm, wykazuje się oś wiązki,
- przy szerokości przekraczającej 750 mm – osie zewnętrznych kabli a w obu przypadkach ich ilość,
- osie kanalizacji kablowej (podając szerokość bloków kabli) lub krawędzie zewnętrzne kanalizacji w zależności od wymiarów podanych wyżej,
- uzbrojenie przewodów telekomunikacyjnych.

6. Dla sieci elektroenergetycznej:

- osie pojedynczych kabli doziemnych łącznie z ich zapasami,
- przy równoległym ułożeniu ściśle obok siebie kilku kabli doziemnych o szerokości mniejszej od 750 mm należy wykazywać oś wiązki kabli z podaniem ich ilości,
- przy szerokości powyżej 750 mm – osie zewnętrznych kabli również z podaniem ich ilości,
- osie kanałów kablowych i bloków kablowych,
- uzbrojenie sieci elektroenergetycznej,
- obrysy fundamentów słupów lamp oświetleniowych i słupów trakcyjnych.

7. Podczas kartowania tunelu dla urządzeń podziemnych należy na mapach wykazywać zewnętrzne krawędzie tunelu (po krawędziach stropów) oraz wszystkie studnie włazowe i wentylacyjne.

8. W przypadku innych urządzeń i budowli inżynierskich wykazuje się na mapach, w zależności od rodzaju obiektu, gabaryty zewnętrzne (jeżeli jest to możliwe) i wewnętrzne budowli.

Przed przystąpieniem do opracowania map należy wykonać:

1) obliczenie współrzędnych punktów poziomej osnowy geodezyjnej oraz rzędnych wysokości osnowy wysokościowej (jeżeli osnowy takie były zakładane),

2) obliczenia rzędnych wysokości urządzeń podziemnych i terenu (profile poprzeczne ulic i punkty charakterystyczne) w nawiązaniu do znaków wysokościowych sieci państwowej lub lokalnej,

3) uzupełnienie i uporządkowanie szkiców polowych.

Materiałami stanowiącymi podstawę do kartograficznego opracowania inwentaryzacji uzbrojenia terenu są:

1) szkice polowe z inwentaryzacji geodezyjnej,

2) szkice inwentaryzacyjne, rysunki oraz plany i profile, wykonane przez jednostki branżowe eksploatujące urządzenia podziemne i nadziemne,

3) materiały znajdujące się w składnicach map i dokumentów, a szczególnie mapy tras ulic, plany oraz mapę zasadniczą miasta,

4) rysunki i szkice, do których zalicza się:

- szkice polowe wykonane w czasie zdjęć sytuacyjnych,
- rysunki studzienek rewizyjnych, kablowych i innych,
- rysunki lub szkice profilów podłużnych, mostów, tuneli i przepustów,
- szkice masztów, podpór, wsporników i innych budowli inżynierskich,

5) profile podłużne i poprzeczne ulic i planów, wykonane podczas sporządzania inwentaryzacji urządzeń podziemnych i nadziemnych.

Opracowania kartograficzne wykonuje się na mapach w odpowiedniej skali w układzie **arkuszowym**. Skala mapy uzbrojenia terenu jest określona potrzebami wynikającymi ze stopnia zainwestowania terenu w urządzenia podziemne i nadziemne i może być różna dla różnych części inwentaryzowanego obszaru.

Dopuszcza się w okresie przejściowym prowadzenie już istniejących map w układzie wstęgowym (ulicowym), których treść znajdzie się ostatecznie na mapie uzbrojenia terenu w układzie arkuszowym.

Mapa może być wykonana na kartometrycznym przezroczystym materiale poliestrowym (typu folarex, oronaflax), stanowiąc jednocześnie pierworys i matrycę, lub na papierze kreślarskim naklejonym na planszę aluminiową.

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie przeskalowań do skali właściwej dla danego terenu.

W przypadku uzyskiwania mapy sposobem nakładek stosuje się następujące zasady ogólne:

1) na mapie zasadniczej kartuje się sytuację naziemną i uzbrojenie podziemne,

2) treść sytuacji naziemnej wykreśla się w kolorze czarnym, natomiast uzbrojenie podziemne, łącznie z danymi technicznymi i rzędnymi dotyczącymi tego uzbrojenia, kreśli się w kolorze niebieskim nie reprodukcyjnym,

3) na podstawie mapy wymienionej w p. 2 wykreśla się na kartometrycznym tworzywie w kolorze czarnym treść dotyczącą uzbrojenia opracowaną w kolorze niebieskim,

4) z przezroczy wymienionych w p. 2 i 3 reprodukuje się jedno- lub dwubarwne przezrocze zbiorcze,

5) na terenach o bardzo gęstej sytuacji podziemnej, naziemnej nadziemnej sporządza się wtórники arkuszy mapy zasadniczej (niebieskie odbitki), na których kartuje się wszystkie urządzenia podlegające inwentaryzacji, w kolorze czarnym.

Uzbrojenie terenu, przedstawione na mapach, może być kreślone w technice jednobarwnej lub wielobarwnej. W opracowaniu wielobarwnym symbole i znaki dotyczące: rodzaju przewodu, przekroju, liczby kabli, sposobu wykonania inwentaryzacji opisuje się w kolorze przyjętym dla danego rodzaju uzbrojenia. Elementy uzbrojenia sieci, takie jak np. zawory bezpieczeństwa, zasuwy, wodomierze, hydranty, źródła, regulatory lub reduktory ciśnienia gaz, odwadniacze itp., których rozmiary nie przekraczają 750 mm, należy przedstawiać w postaci kropki.

Elementy uzbrojenia większe od 750 mm należy rysować w skali mapy. Oznaczenia rodzaju przewodów, ich cech technicznych oraz sposobu wykonania pomiaru wpisuje się w osi przewodu.

Do oznaczenia rodzaju przewodów przyjmuje się następujące symbole:

- 1) dla sieci wodociągowej — w,
- 2) dla sieci kanalizacyjnej — k,
- 3) dla sieci ciepłej — c,
- 4) dla sieci gazowej — g,
- 5) dla sieci telekomunikacyjnej — t,
- 6) dla sieci elektroenergetycznej — e.

Dla przewodów zainwentaryzowanych przy użyciu aparatury elektromagnetycznej należy stosować oznaczenie dużą literą A. Dla przewodów wnoszonych na mapę z danych branżowych przyjmuje się oznaczenie dużą literą B. Dla przewodów inwentaryzowanych metodą bezpośrednią nie wprowadza się żadnego dodatkowego oznaczenia.

Opracowanie wysokościowe podziemnego uzbrojenia terenu podaje się na wykonywanych mapach uzbrojenia terenu na podstawie:

1) geodezyjnych pomiarów wysokościowych w trakcie przeprowadzania inwentaryzacji powykonawczej uzbrojenia terenu (przed zasypaniem obiektów w wykopach),

2) materiałów i dokumentów znajdujących się w archiwach instytucji branżowych i geodezyjnych,

3) pomiarów urządzeń podziemnych odsłoniętych częściowo przy terenowych wykopach kontrolnych,

4) pomiarów wykrywaczami elektromagnetycznymi.

Dla poszczególnych rodzajów przewodów podziemnych, oprócz rzędnych wierzchu pokryw włazowych do komór i studni, należy podawać rzędne punktów inwentaryzowanych wysokościowo.

Rzędne pikiet urządzeń podziemnych na mapach należy podawać z dokładnością zapisu: — 0,1 m dla kabli elektroenergetycznych, oświetleniowych i ziemnych kabli telekomunikacyjnych oraz 0,01 m dla przewodów wodociągowych, gazowych, melioracyjnych i ciepłowniczych ułożonych bezkanałowo, studzienek, komór, kanalizacji teletechnicznej oraz dla rzędnych dna kanałów ściekowych i dla pozostałych urządzeń i obiektów podziemnych.

Rzędne wysokościowe urządzeń podziemnych uzyskane z materiałów branżowych wnosi się na mapy, podając tę samą wartość jaka została wykazana w materiałach, opisując ją w nawiasie.

Rzędne wysokościowe pomierzonych punktów opisuje się na mapach w skali 1:250 cyframi o wysokości 2,5 mm, a zniwelowany punkt oznacza się kropką o średnicy 0,3 mm. Dla map w skali 1:500 — odpowiednio 1,3 mm i 0,15 mm.

Na mapach w skali 1:250 pasy kabli doziemnych należy opisywać dwiema pikietami przy pasach o szerokości powyżej 1,5 mm. Na mapach w skali 1:5000 i mniejszych dwiema pikietami należy opisywać pasy kabli doziemnych o szerokości powyżej 2,5.

W kolorowej wersji mapy wszystkie rzędne wysokości związane bezpośrednio z uzbrojeniem terenu kreśli się w kolorze przyjętym dla danego urządzenia (łącznie z rzędnymi armatury naziemnej). Pozostałe rzędne wysokościowe powierzchni terenu kreśli się kolorem czarnym.

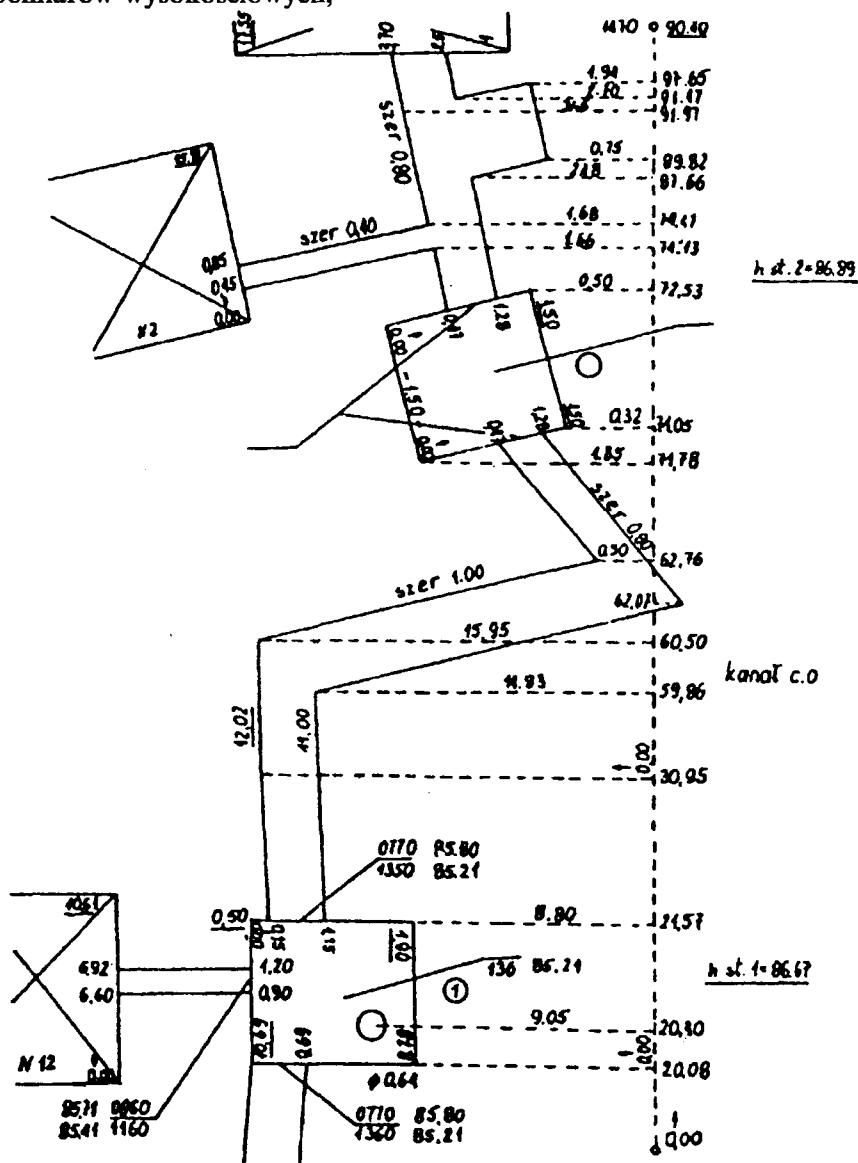
Występujące w liniach zabudowy ulic rzędne wysokościowe powierzchni terenu na przekrojach poprzecznych oraz rzędne zagłębienia przewodów podziemnych należy opisywać na mapach równolegle do osi przewodów. Pozostałe rzędne powierzchniowe punktów charakterystycznych pokryw włazów do studni i komór urządzeń podziemnych oraz oznaczenia naziemnej armatury należy opisywać zgodnie z zasadą równoległości do siatki i kwadratów.

Dopuszcza się podawanie na mapie głębokości przykrycia kabli i rurociągów z dokładnością do 0,1 m, np. „—1,4”, wpisując tę informację po cyfrach oznaczających średnicę przewodu lub po literach określających rodzaj kabli.

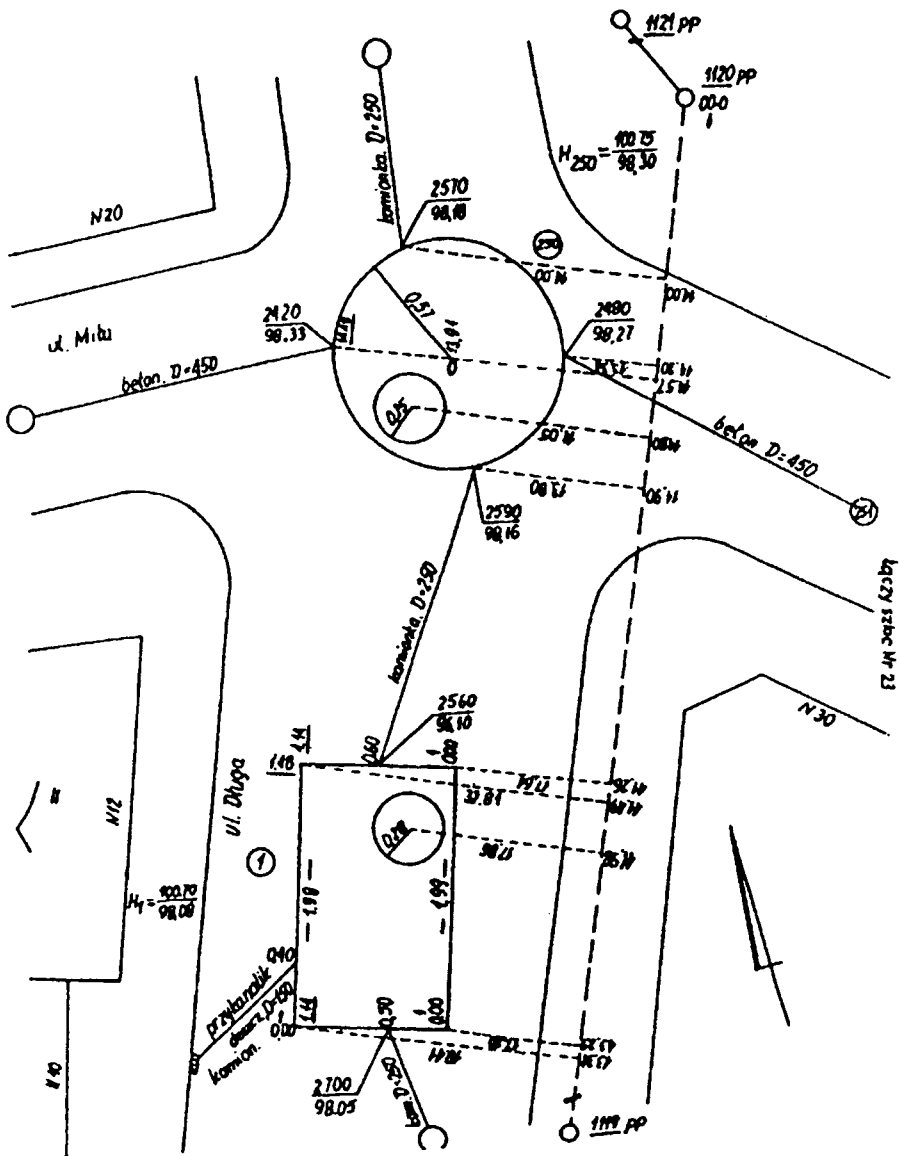
Operat techniczny, powstały w wyniku prac związanych z geodezyjną inwentaryzacją uzbrojenia terenu, jest włączany do zbioru operatów uzbrojenia terenu tego obrębu, którego granice pokrywają się z granicami obrębów ewidencji gruntów. W skład operatów wchodzi nowo powstałe materiały i dokumenty:

- 1) zgłoszenie roboty,
- 2) sprawozdanie techniczne,

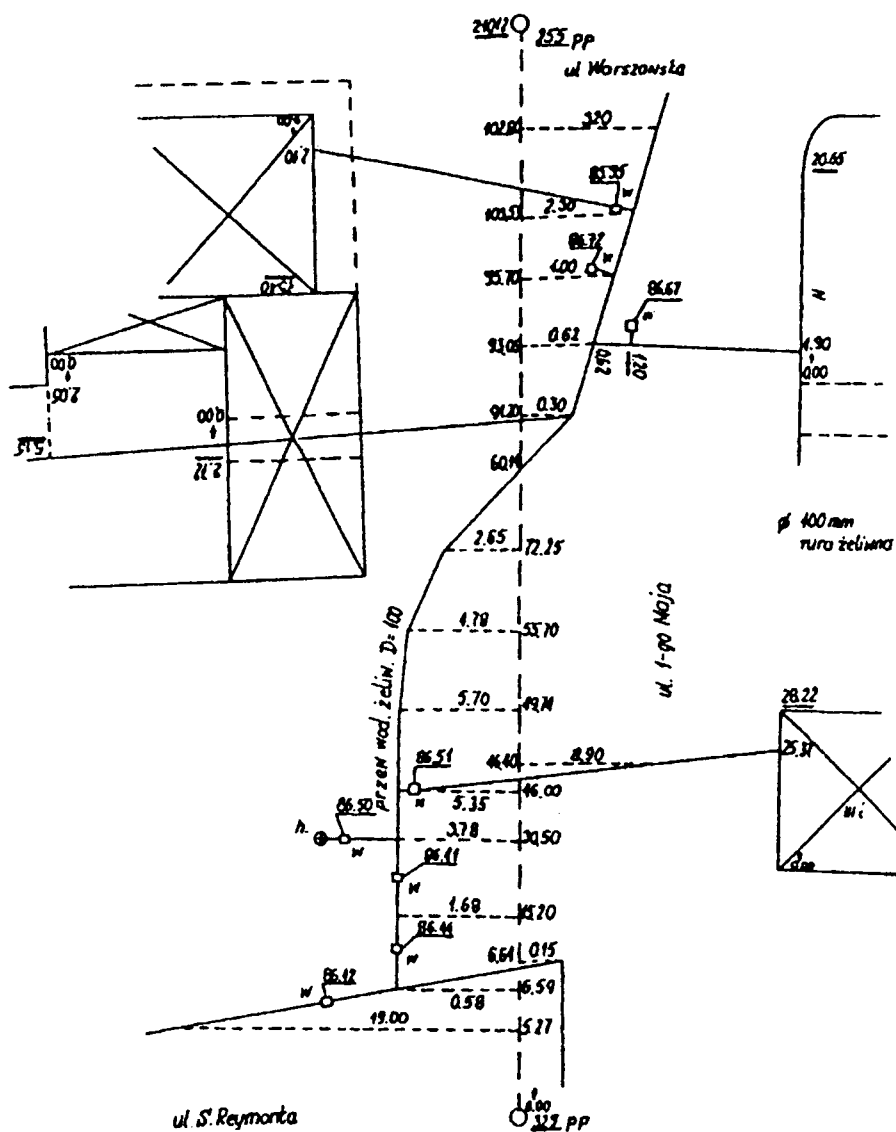
- 3) szkic osnowy pomiarowej,
- 4) obliczenia współrzędnych i rzędnych wysokości punktów osnowy geodezyjnej,
- 5) dzienniki pomiarów liniowych i kątowych, pomiarów metodą biegunową oraz pomiarów wysokościowych,



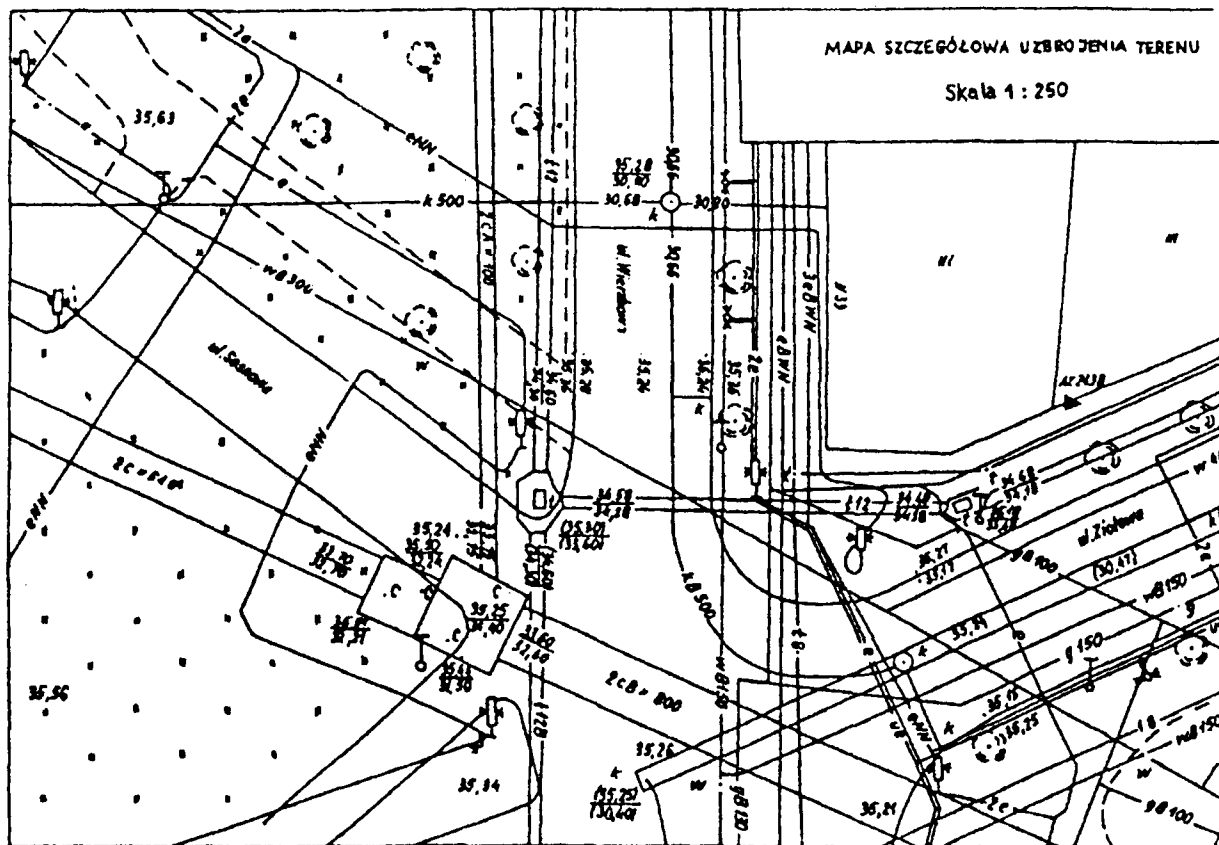
Rys. 1.57. Wzór szkicu polowego dla inwentaryzacji kanału co



Rys. 1.58. Wzór szkicu polowego dla inwentaryzacji kanalizacji



Rys. 1.59. Wzór szkicu polowego dla inwentaryzacji wodociągu



Rys. 1.60. Fragment mapy szczegółowej uzbrojenia terenu

- 6) szkic przeglądowy szkiców polowych,
- 7) szkice polowe z inwentaryzacji uzbrojenia terenu,
- 8) kopie z wywiadu branżowego,
- 9) protokół kontroli technicznej,
- 10) inne materiały pomocnicze.

Obliczone współrzędne i rzędne punktów należy wpisać w odrębnym wykazie współrzędnych i rzędnych wysokości.

Wzory szkiców polowych są przedstawione na rysunku 1.57 – 1.59. Na rysunku 1.60 przedstawiono fragment mapy szczegółowej uzbrojenia terenu w skali 1:250.

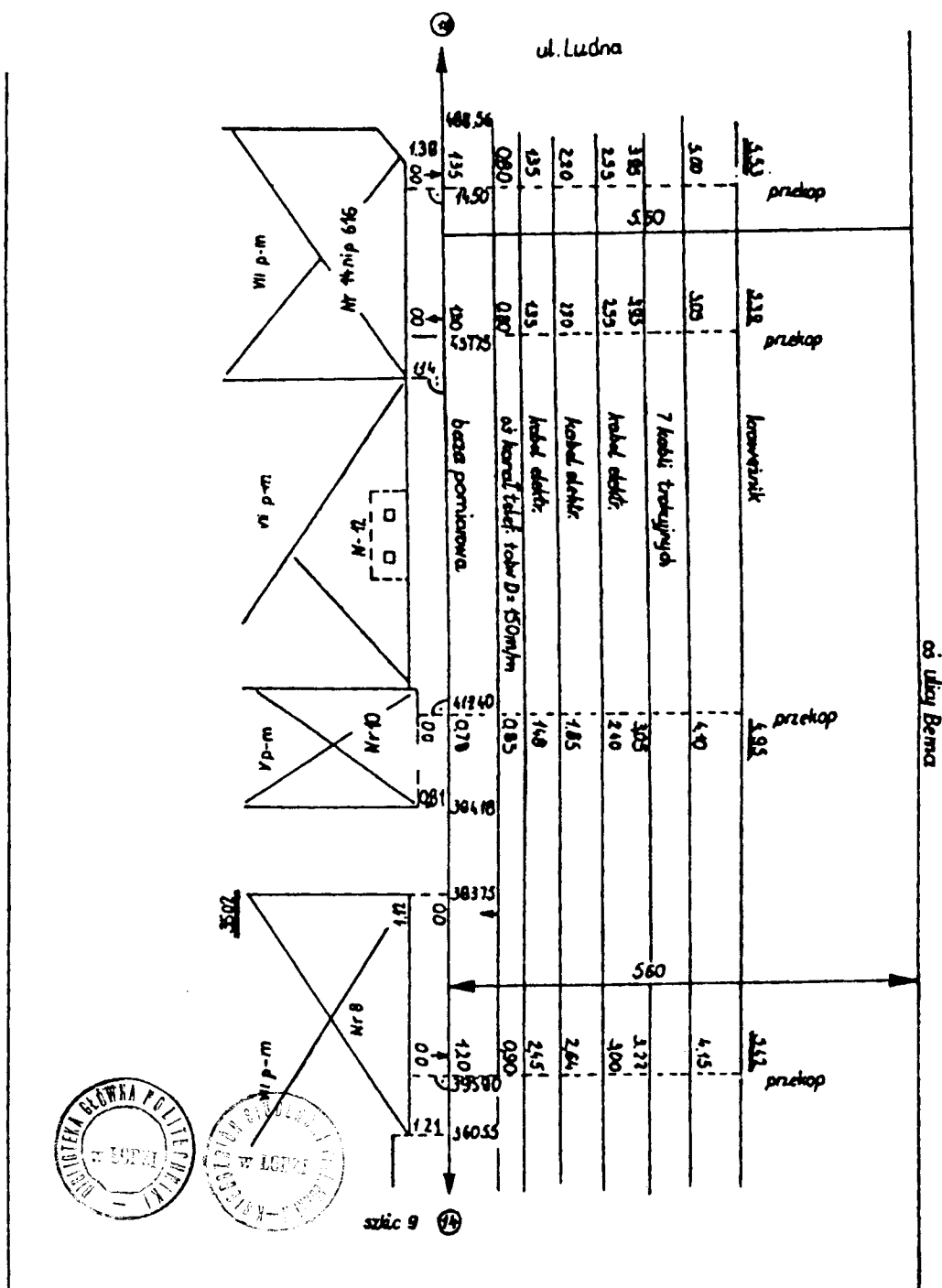
1.7.2. Pomiary bezpośrednie urządzeń podziemnych, naziemnych i nadziemnych

Jedną z metod pomiaru inwentaryzacyjnego urządzeń podziemnych jak metoda pomiaru bezpośredniego przy zastosowaniu przekopów poprzecznych. W rezultacie takich pomiarów sporządza się szkic polowy, który stanowi podstawę do sporządzania mapy (rys. 1.61).

Urządzenia naziemne najczęściej mierzone są łącznie z pozostałymi elementami sytuacji naziemnej. Poza wymienionym wcześniej zestawem sprzętu służącego do pomiarów sytuacyjnych w ogóle przy pomiarach inwentaryzacyjnych urządzeń naziemnych i nadziemnych wskazane jest stosowanie:

- 1) nasadki dwuprzyrzątkowej do pomiaru rzędnych (rys. 1.62),
- 2) pionownika przyrzątkowego do pomiarów urządzeń nadziemnych (rys. 1.63).

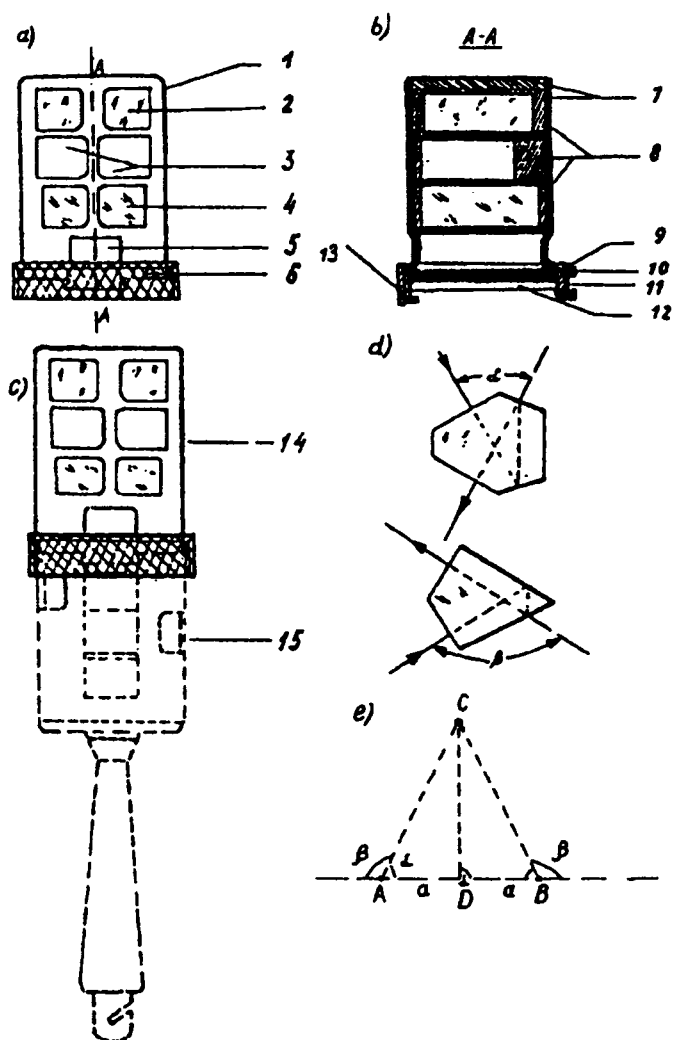
Nasadka dwuprzyrzątkowa (J. Najdychor, Patent Nr 53385) łącznie z węgielnicą PZO nr 53 umożliwia pomiar rzędnej bez użycia ruletki z dokładnością ± 1 cm przy rzędnych do 10 m i ± 2 cm przy rzędnych do 20 m. Pionownik przyrzątkowy wg projektu J. Najdychora i W. Sokołowskiego pozwala na szybkie i dokładne odrzutowanie elementów urządzeń nadziemnych, a tym samym umożliwia pomiar położenia tych urządzeń, np. metodą domiarów.



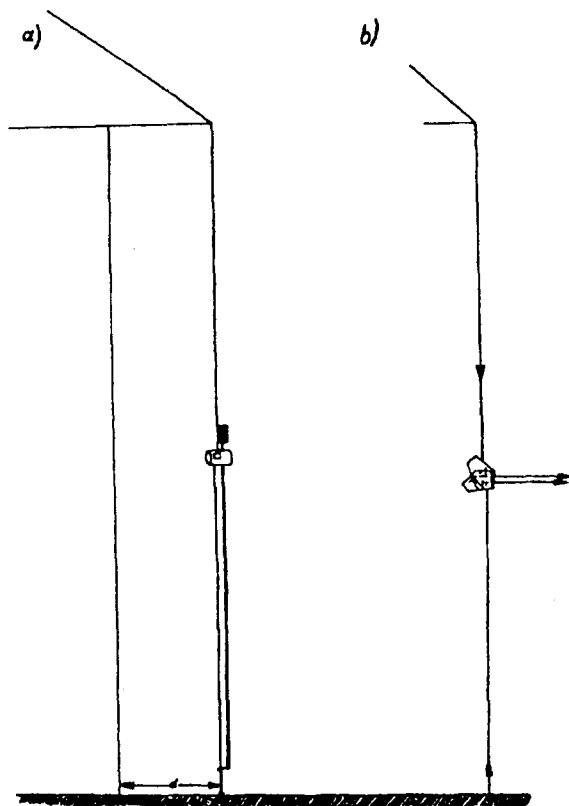
Nazwa lub symbol obiektu ul. Bema				Rodzaj pracy: Zamierzenia urządz. podz. na przekopkach
Forma Nr karty	Data	Nazwisko i imię (wykonawcy) podpis		
Pomierzył			Wjeźw	(Nazwa instytucji wykonującej pomiar)
Skierował			Powiat	L. Ks. rob.
Wykreślił			Gromada	Szkie połowy Nr.
Sprawdził			Terren kcat	Instr 55 Pierwony

Rys. 1.61. Szkic połowy pomiaru sytuacyjnego przewodów podziemnych przy zastosowaniu przekopów poprzecznych





Rys. 1.62. Nasadka dwupryzmatyczna do pomiaru rzędnych: a) widok z boku, b) przekrój pionowy, c) widok z boku po sprzężeniu z węgielnicą, d) modele pryzmatów o kątach $63^{\circ}26'$ i $116^{\circ}34'$, e) zasada pomiaru rzędnych



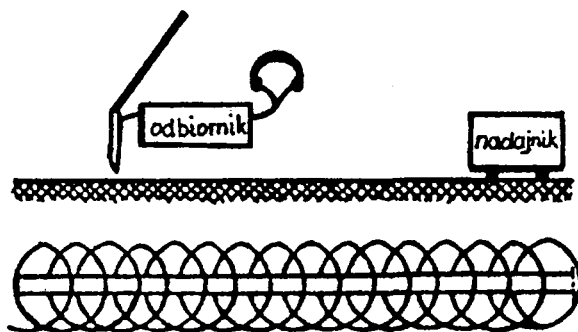
Rys. 1.63. Pionownik pryzmatyczny do pomiaru urządzeń nadziemnych: a) ustawienie, b) przebieg promieni

1.7.3. Inwentaryzacja urządzeń podziemnych za pomocą lokalizatorów elektronicznych

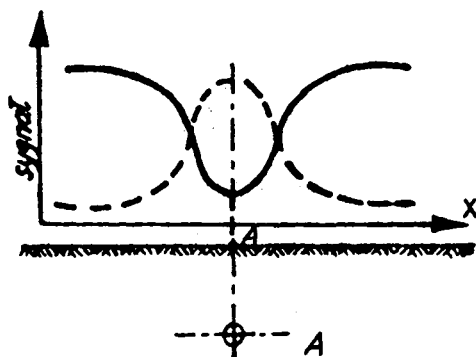
W przewodzie znajdującym się pod nawierzchnią ulicy wzbudza się prąd zmienny. Prąd ten wywołuje wokół przewodu pole elektromagnetyczne, a jeżeli nie występują żadne zakłócenia, wówczas powierzchnie falowe drgań elektromagnetycznych mają kształt koncentrycznych pierścieni. Rozkład linii sił pola elektromagnetycznego na przewodzie instalacji podziemnej ilustruje (rys. 1.64).

Odbiornik lokalizatora ma za zadanie wykrycie zmiennego pola elektromagnetycznego, emitowanego przez lokalizowany ciąg podziemny. Odbiornik zaopatrzony jest w antenę odbiorczą ramową lub ferrytową (działanie obu tych

anten jest jednakowe, różnią się one tylko wykonaniem). Ze względu na osiową symetrię pola wytwarzanego przez ciąg podziemny oraz kierunkową charakterystykę anteny odbiorczej, wartość sygnału docierającego do odbiornika lokalizatora zależy od położenia anteny odbiorczej względem ciągu. Szczególnie interesujące są punkty leżące na powierzchni ziemi bezpośrednio nad badanym ciągiem. W punktach tych sygnał odbierany osiąga lokalne minimum, gdy oś anteny odbiorczej usytuowana jest pionowo, zaś maksimum – przy horyzontalnym położeniu osi anteny odbiorczej.



Rys. 1.64. Rozkład linii sił pola elektromagnetycznego wzdłuż przewodu

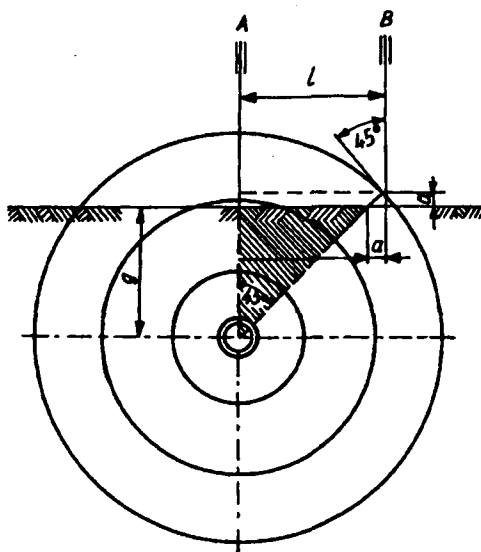


Rys. 1.65. Zmiana natężenia sygnału przy poziomym i pionowym położeniu osi anteny odbiorczej (metoda maksimum i metoda minimum sygnału)

W pierwszym przypadku mówimy o lokalizacji ciągu na minimum sygnału, w drugim – ma miejsce lokalizacja na maksimum sygnału. Zależności te ujmuje graficznie rys. 1.65. Na rysunku tym przedstawiono zmiany wartości sygnału

odbieranego przez odbiornik lokalizatora przy przemieszczeniu anteny odbiornika wzdłuż osi „x” prostopadłej do osi ciągu. Linie ciągłą przyjęto dla pionowego usytuowania anteny odbiorczej, zaś linię przerywaną dla anteny o osi poziomej.

W obu przypadkach ekstremum wystąpi w punkcie „A” leżącym nad badanym ciągiem (przy założeniu jednorodności ośrodka, w którym znajduje się ciąg lokalizowany). Częściej stosuje się lokalizację na minimum sygnału odbiorczego, bowiem metoda ta pozwala uzyskać większą dokładność pomiaru. Każde zejście z anteną odbiorczą z trasy ciągu objawia się wyraźnym wzrostem sygnału odbieranego. Jako indykator odbieranego sygnału stosuje się miernik wychyłowy lub słuchawki. Zatem położenie osi przewodu w planie określamy za pomocą odbiornika, utrzymując poziomo płaszczyzny odbioru, przesuując się prostopadłe do najprawdopodobniejszego kierunku przebiegu poszukiwanego przewodu, aż do uzyskania minimum natężenia sygnału lub całkowitego jego zaniku (miejsce A na rys. 1.66). Przez płaszczyznę odbioru odbiornika rozumiemy w przypadku anteny kołowej (ramowej) płaszczyzny ramy, w przypadku anteny prętowej (ferrytowej) – płaszczyzny prostopadłe do osi pręta.



Rys. 1.66. Zasada określania położenia przewodu na głębokości q

W słuchawkach słyszymy sygnał dopóty, dopóki pole elektromagnetyczne powstałe wokół przewodu przecina płaszczyzny anteny odbiornika. Gdy

antena zostanie ustawiona stycznie do powierzchni falowej, odbiór sygnału ustaje. Zachodzi to na przykład wówczas, gdy płaszczyzna odbioru jest pozioma, a odbiornik znajduje się nad przewodem. Wtedy w zwojach anteny odbiorczej nie ma prądu indukcyjnego o częstotliwości określonej przez nadajnik.

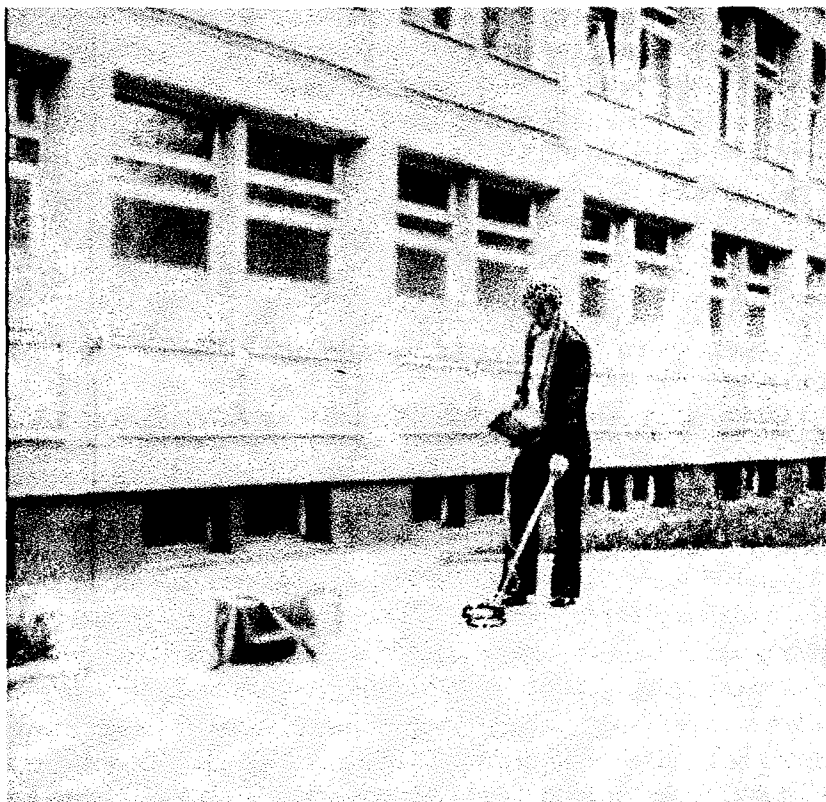
Głębokość, na jakiej znajduje się poszukiwany przewód, określimy na tej samej zasadzie; pochylamy płaszczyznę odbioru np. o kąt 45° od pionu i oddalamy się od wyznaczonej uprzednio trasy przewodu w kierunku od niej prostopadłym tak długo, dopóki natężenia sygnału w słuchawkach ponownie nie spadnie od minimum (miejsce B na rys. 1.66). Ta płaszczyzna odbioru jest bowiem znowu styczna do powierzchni falowej mającej kształt walcowy. Ponieważ obraliśmy kąt pochylenia równy 45° wyznaczona w ten sposób odległość I, jak widać z rys. 1.66, jest równa głębokości g powiększonej o wartość poprawki a, zatem głębokość położenia przewodu wynosi

$$g = I - a$$

gdzie a — odcinek równy wysokości ośrodka anteny odbiornika nad powierzchnię terenu.

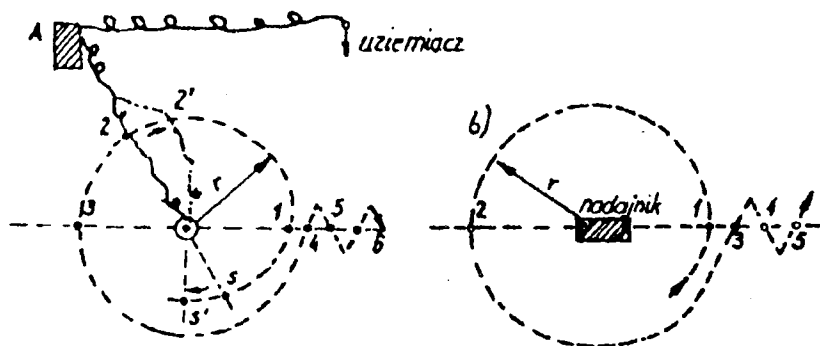
Sposoby wzbudzania prądów zmiennych w szukanych przewodach mogą być dwojakiego rodzaju: galwaniczne i indukcyjne. Metoda galwaniczna wymagałączenia nadajnika bezpośrednio z przewodem. Stosując tę metodę przed uruchomieniem nadajnika należy jeden z wyjściowych zacisków połączyć za pośrednictwem jakiegokolwiek przewodnika z dowolnym dostępnym punktem poszukiwanego przewodu, zaś drugi z wyjściowych zacisków należy uziemić np. za pomocą linki metalowej i pręta lub płyty uziemiającej. Odległość pomiędzy odbiornikiem, miejscem uziemienia i miejscem połączenia z szukanymprewo-dem nie mogą być zbyt małe. Szczególnie należy starać się o większe oddalenie miejsca uziemienia.

Wyznaczenie trasy przewodu zaczynamy zwykle od ustawienia nadajnika, uziemiacza i wykonania połączeń, po czym obchodzimy miejsce połączenia nadajnika z szukanymprewo-dem w promieniu 2 do 15 m (zależnie od warunków miejscowych i mocy nadajnika), nasłuchując, w którym miejscu odbiornik wskaże bliskość przewodu podziemnego (rys. 1.67). Dalszy tok postępowania ilustruje rys. 1.68. Stosowanie połączenia galwanicznego pozwala, zależnie od typu aparatury i warunków miejscowych, na wyznaczenie odcinka trasy o długości od 100 do 500 m bez przenoszenia nadajnika.



Rys. 1.67. Pomiar w terenie

Zaletą metody galwanicznej jest możliwość uniezależnienia wyników od wpływów sąsiednich przewodów, a zatem dobrego ich rozróżnienia, co jest szczególnie ważne w gęsto uzbrojonych terenach przemysłowych. Niekiedy zdarza się, że na odcinkach kilkuset metrów lub nawet 1 do 2 km nie ma możliwości galwanicznego połączenia nadajnika z przewodem. Wówczas stosuje się kombinacje metody galwanicznej i indukcyjnej.

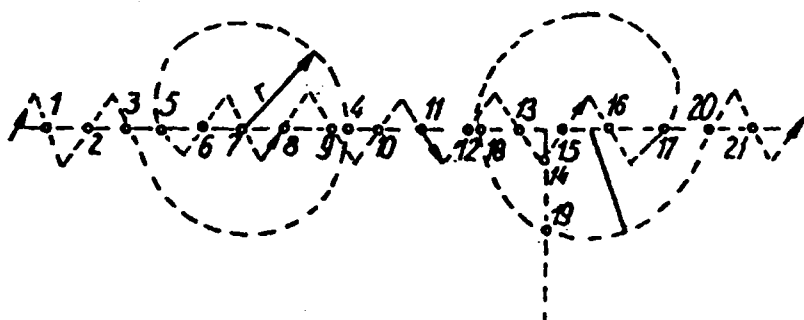


Rys. 1.68. Wyznaczanie położenia przewodu: a) w pobliżu miejsca przyłączenia nadajnika, b) w przypadku sprzężenia indukcyjnego

Metoda indukcyjna polega na oddziaływaniu zmiennego pola magnetycznego wytwarzanego przez cewkę prostokątną specjalnie do tego celu zamontowaną w obudowie nadajnika. Cewka ta przyłączona jest do zacisków wyjściowych nadajnika, którego generator wytwarza prąd wielkiej częstotliwości. Nadajnik należy ustawić tak, aby sprzężenie z poszukiwanym przewodem było najsilniejsze. Osiąga się to wówczas, gdy przewód leży w płaszczyźnie jego cewki, tj. gdy jest ustawiony bezpośrednio nad przewodem.

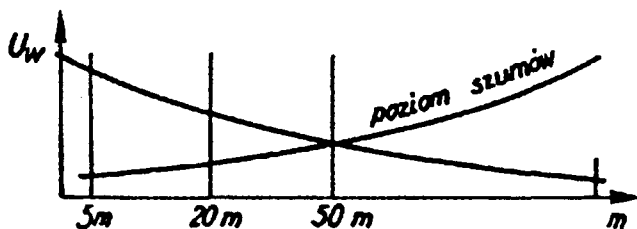
Sprężenie indukcyjne może być dwojakiego rodzaju w zależności od tego, czy znany jest nam punkt inwentaryzowanego przewodu czy też nie. W pierwszym przypadku stawiamy nadajnik w pobliżu takiego punktu lub bezpośrednio nad nim w taki sposób, aby oś podłużna nadajnika (a zatem i płaszczyzna anteny ramowej nadajnika) była równoległa do określonej trasy przewodu. Następnie, podobnie jak w metodzie galwanicznej, rozpoczynamy poszukiwanie trasy w odległości 5 do 20 m od nadajnika. Sposób poruszania się z odbiornikiem przedstawiono na rys. 1.69. Kierując się natężeniem sygnału w słuchawkach (szukamy punktów o najsłabszym sygnale) lub obserwując wskazania przyrządu pomiarowego, lokalizujemy kolejne punkty trasy.

Jeżeli jednak nie znamy ani jednego punktu szukanej trasy, lub też zadanie polega na ustaleniu czy w określonym terenie znajdują się jakieś metalowe przewody podziemne, wówczas przyjmujemy inny sposób pomiaru.



Rys. 1.69. Wyznaczanie trasy przewodu w metodzie indukcyjnej

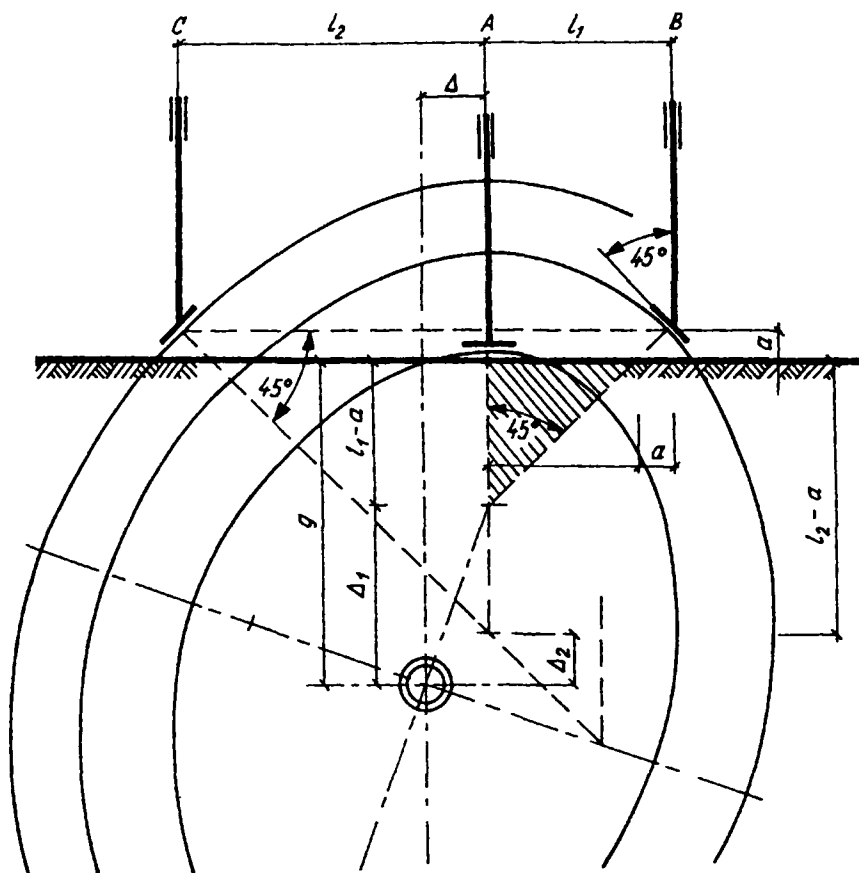
Ustawiamy nadajnik i odbiornik w odległości od 5 do 20 m od siebie tak, aby odbiornik znajdował się w płaszczyźnie anteny badawczej. Następnie przenosząc nadajnik i odbiornik bez zmiany wzajemnego położenia, przemierzamy teren w różnych kierunkach. Po wykryciu pierwszych punktów przewodu podziemnego dalsze poszukiwania nie nastroczają większych trudności, bowiem tok postępowania sprowadza się do zastosowania metody użytej w pierwszym przypadku. Jak widać z rys. 1.70 oddalanie się od nadajnika powoduje zwiększenie poziomu szumów własnych odbiornika przy jednoczesnym zmniejszeniu sygnału nadajnika. Maksymalna odległość pomiarowa uzależniona jest od rodzaju gruntu i stopnia jej nawilgocenia. W konkretnych warunkach należy zatem określić optymalną, w której wykonywane pomiary są wystarczająco selektywne przy minimum szumów własnych. Wadą tej metody jest niebezpieczeństwo przejścia z trasy jednego przewodu na trasę innego przewodu, co może mieć miejsce na terenach o dużym zagęszczeniu sieci podziemnych.



Rys. 1.70. Wpływ odległości nadajnika na poziom sygnału i szumów

Omawiane wyżej metody wykrywania przewodów podziemnych za pomocą lokalizatorów elektronicznych polegają na określeniu miejsca, w którym odbiera się minimum sygnału. Przy odpowiednim postępowaniu możemy też w tym

samym celu wykorzystać maksimum sygnału z odbiornika. W metodzie minimalnego sygnału odbiornik znajduje się w położeniu podstawowym wówczas, gdy płaszczyzna anteny przebiega poziomo. W metodzie maksymalnego sygnału płaszczyzna odbioru przebiega pionowo, równoległe do płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez oś szukanego przewodu. Poruszając się w kierunku prostopadłym do trasy przewodu, śledzimy natężenie odbieranego sygnału. Najsilniejszy sygnał odbieramy metodą indukcyjną, występuje dokładnie nad przewodem, zaś w przypadku metody galwanicznej w pobliżu trasy przewodu z pewną odchyłką. Metoda maksymalnego sygnału jest nieco mniej dokładna od metody minimalnego sygnału, jednak w wielu przypadkach może być dogodniejsza i dlatego w praktyce stosuje się zarówno metodę minimum, jak i maksimum sygnału.



Rys. 1.71. Wyznaczanie położenia i głębokości przewodu w przypadku, gdy powierzchnie falowe nie mają kształtu kołowego

Wyznaczając położenie przewodów podziemnych za pomocą lokalizatorów elektronicznych otrzymujemy wyniki, które zawsze obciążone są pewnymi błędami. Poszczególne punkty są przesunięte zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i w płaszczyźnie pionowej. Na wielkość tych przesunięć, które mogą dochodzić czasem do 1 m, oprócz błędów przyrządu, wpływają głównie następujące czynniki:

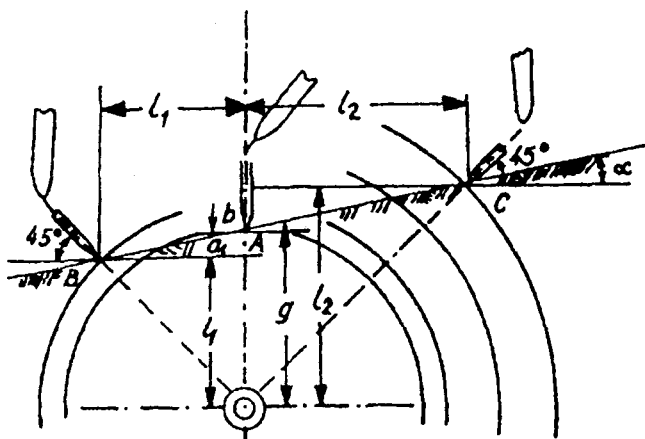
- 1) kształt linii sił pola elektromagnetycznego,
- 2) odchylenie terenu,
- 3) odchylenie osi anteny odbiornika od pionu przy pomiarze sytuacyjnym i od kąta 45° przy ustaleniu głębokości przewodu,
- 4) zakłócenia spowodowane obecnością sąsiednich przewodów.

Na kształt linii pola elektromagnetycznego tworzącego się wokół wykrywanego przewodu, wpływają m.in. takie czynniki jak: rodzaj gleby (nawierzchni), jej wilgotność, rozmiary przewodu, wzajemna odległość między przewodami, czy też położenie nadajnika i uziemiacza. Czynniki te powodują, że powierzchnie falowe przyjmują postać walca eliptycznego. Parametry tej elipsy powodują odchylenie wyznaczonego przebiegu przewodu od stanu rzeczywistego, dochodzące do kilkudziesięciu centymetrów.

Z rysunku 1.71 wynika, że minimum tonu występuje w punktach A, B i C. Ponadto wynika z niego, że dla określenia właściwego położenia sytuacyjnego przewodu należy wprowadzić poprawkę Δ , zaś dla określenia głębokości odpowiednio $\Delta_1 - a$, lub $\Delta_2 - a$, do zmierzonych wielkości l_1 i l_2 :

$$g = l_1 + \Delta_1 - a,$$

$$g = l_2 + \Delta_2 - a.$$



Rys. 1.72. Wpływ pochylenia terenu na pomiar głębokości

Jak widać z rys. 1.72 pochylenie terenu nie wpływa na wyznaczenie (sytuacyjne) przebiegu przewodu. Od kąta nachylenia terenu zależy błąd pomiaru głębokości.

Wyznaczając głębokość ułożenia przewodu z dwóch stron otrzymamy:

1) w punkcie B

$$g = l_1 + a,$$

2) w punkcie C

$$g = l_2 - b.$$

Wielkości poprawek a i b można obliczyć z wzorów:

$$a = l_1 \operatorname{tg} \alpha,$$

$$b = l_2 \operatorname{tg} \alpha,$$

gdzie α – kąt nachylenia terenu.

T a b e l a 1.6

Wielkości poprawki b przy $g = 1,5 \text{ m}$

α	0,5°	1°	2°	5°	10°	15°	20°	30°
b[cm]	1,3	2,6	5,2	13,1	26,4	40,2	54,6	86,5

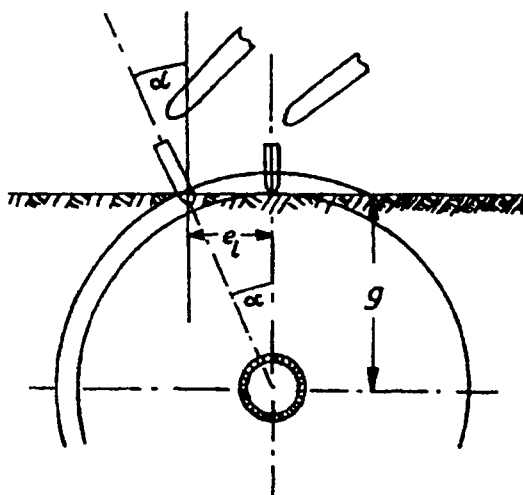
Wielkości poprawki b w zależności od kąta nachylenia terenu przedstawia tabela 1.6.

Przy pomiarze sytuacyjnym oś anteny odbiornika powinna zajmować położenie pionowe, natomiast przy pomiarze głębokości powinna być nachylona do poziomu pod kątem 45°.

Odchylenie od pionu w pomiarze sytuacyjnym

Zakładając, że teren jest płaski, a oś anteny odbiornika wychylona jest pod kątem α od pionu (jak to przedstawia rys. 1.73), wyznaczony punkt określający położenie przewodu będzie przesunięty w stosunku do rzeczywistego położenia o wielkość e_1 . Wielkość e_1 zależna jest więc od kąta wychylenia osi anteny z pionu oraz od głębokości położenia przewodu (g). Przesunięcie to wyliczamy z wzoru

$$e_1 = g \operatorname{tg} \alpha.$$



Rys. 1.73. Wpływ odchylenia anteny od poziomu na dokładność pomiaru sytuacyjnego

Wielkości popelnianych błędów w zależności od kąta α i głębokości g obrazuje tabela 1.7.

Tabela 1.7

Wielkości błędu e_1 w zależności od kąta odchylenia osi anteny odbiornika od pionu

$e_1[\text{cm}]$	$0,5^\circ$	1°	2°	5°	10°	20°	30°
$g = 1,0 \text{ m}$	0,0	1,7	3,5	8,7	17,6	36,4	57,7
$g = 1,5 \text{ m}$	1,3	2,6	5,2	13,1	26,4	54,6	86,3
$g = 2,0 \text{ m}$	1,7	3,4	7,0	17,5	35,3	72,8	115,5

Odchylenie od kąta 45° podczas ustalania głębokości przewodu

Głębokość przewodu zostanie wyznaczona bezbłędnie, gdy antena odbiornika będzie pod kątem 45° w stosunku do uchwytu, który musi znajdować się w pozycji pionowej (rys. 1.74). Wtedy uzyskana odległość l będzie równa rzeczywistej głębokości g , zgodnie z wzorem

$$l = g \operatorname{tg} \alpha,$$

gdy $\alpha = 45^\circ$, wtedy $\operatorname{tg} 45^\circ = 1$, czyli

$$l = g.$$

W wypadku zaś, gdy antena odbiornika tworzy kąt różny od 45° (punkt 1 i 3 na rys. 1.74) popełniamy błąd, który obliczamy z wzoru

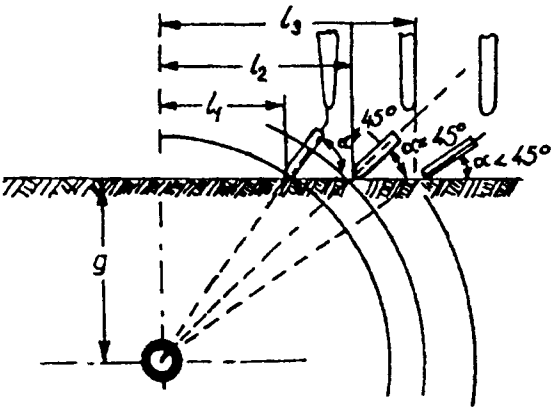
$$e_1 = l - g.$$

ponieważ

$$l = g \operatorname{tg} \alpha;$$

stąd

$$e_1 = g (\operatorname{tg} \alpha - 1).$$



Rys. 1.74. Wpływ odchylenia anteny od kąta 45° na dokładność pomiaru głębokości.

Jeżeli kąt $\alpha < 45^\circ$, to wyznaczona głębokość będzie większa od rzeczywistej, gdy kąt $\alpha > 45^\circ$, głębokość ta będzie mniejsza od rzeczywistej. Wpływ tego błędu przy głębokości ułożenia przewodu $g = 1,5 \text{ m}$ charakteryzuje tabela 1.8.

T a b e l a 1.8

Wpływ kąta odchylenia osi anteny odbiornika od kąta 45° na wielkość błędu e_1

	36°	39°	42°	45°	48°	51°	54°
$l [\text{cm}]$	109	121	135	150	167	185	206
$e_1 = l - g [\text{cm}]$	-41	-29	-15	0	+17	+35	+56

Przy większej głębokości ułożenia przewodu bezwzględne wartości odchyłek e_1 będą większe i na odwrót.

Wpływ błędu powodowanego odchyleniem osi anteny odbiornika od kąta 45° można praktycznie eliminować jednym z dwóch niżej opisanych sposobów:

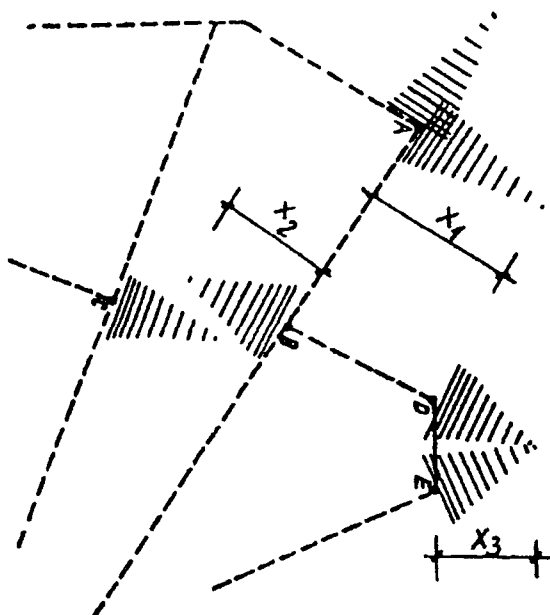
1) po wyznaczeniu trasy przewodu należy odmierzyć do niej (w kierunku prostopadłym) znaną głębokość przewodu. Trzymając drążek pionowo, należy ustawić koniec anteny nad wyznaczonym punktem. Potem należy zwolnić śruby zaciskowe i przesunąć antenę do miejsca wyznaczonego, nachylając ją tak, aby w słuchawce słyszeć minimum dźwięku.

2) wyposaża się drążek w libelę (służącą do pionowego ustawienia) oraz wskaźnik pozwalający ustawić antenę ferrytową pod kątem 45° do poziomu.

Wzajemne oddziaływanie na siebie sąsiednich przewodów powoduje stosunkowo duże zakłócenia i odchylenia wskazań dochodzące do kilkudziesięciu centymetrów zarówno podczas określania przebiegu osi przewodu, jak i jego głębokości. Opierając się na publikowanych doświadczeniach, można stwierdzić, że wpływ tego oddziaływania zależy w poszczególnych przypadkach od położenia lokalizowanych przewodów. Jeżeli w odległości do 1,5 m obok wykrywanego przewodu znajduje się przewód o podobnej średnicy, to wskazania odbiornika układają się od strony przewodu sąsiedniego w różnych odległościach. Odchyłki te zależą od odległości sąsiedniego przewodu, rodzaju materiałów z jakich oba przewody są wykonane i od ich średnic. Jeżeli natomiast w odległości do 1,5 m od wykrywanego przewodu znajdują się inne przewody o różnych średnicach, to odchyłki układają się po stronie przewodu o większej średnicy.

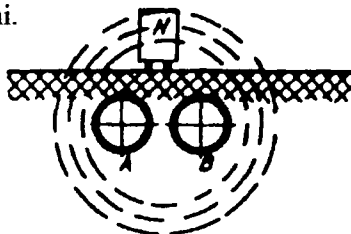
W przypadku krzyżowania się przewodów pod bardzo ostrym kątem (kilka stopni) wyznaczone punkty układają się po dwusiecznej kąta, którego ramionami są osie krzyżujących się przewodów. Największe zakłócenia (a zatem i błędy w lokalizacji) powodują przewody pod napięciem.

W praktyce może się zdarzyć, że lokalizator wskazuje obecność przewodów podziemnych w takich miejscach, gdzie ich w rzeczywistości nie ma. Zjawisko to występuje szczególnie w miejscach załamania trasy, odgałęzień, zakończenia itp. Na rysunku 1.75 podano kilka typowych przykładów otrzymania fałszywych sygnałów. Przy załamaniach trasy pod kątem prostym (punkt A) odbiornik zwykle jeszcze wykazuje obecność przewodu na odległość x_1 . W miejscach odgałęzień (punkt B) otrzymujemy przedłużenie występowania sygnału na odległość x_2 . Takie przypadki wymagają szczególnej uwagi, gdyż na podstawie otrzymanych sygnałów można by pochopnie ustalić, że na przykład rurociągi I i II są ze sobą połączone między punktami B i C, co – jak widać w rzeczywistości nie zachodzi. Natomiast z sytuacji pokazanej w punktach D i E łatwo jest wyciągnąć wniosek, że przewód łączy się nie pod kątem rozwartym, lecz pod kątem ostrym. Do rozróżnienia takich mylących sygnałów potrzebna jest duża wprawa.



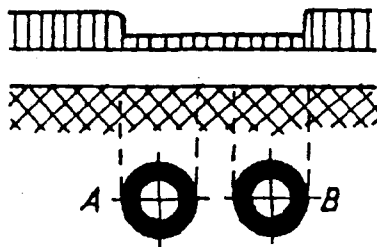
Rys. 1.75. Przypadki fałszywych sygnałów przy zmianach kierunku i odgałęzieniach przewodów

W przypadku lokalizacji przewodów znajdujących się na jednakowych głębokościach, położonych równoległe i blisko względem siebie, nadajnik ustawiony tak jak pokazano na rys. 1.76 da wskazania błędne, bowiem powstały zanik sygnału będzie równy sumie dwóch średnic przewodów oraz odległości między tymi przewodami.

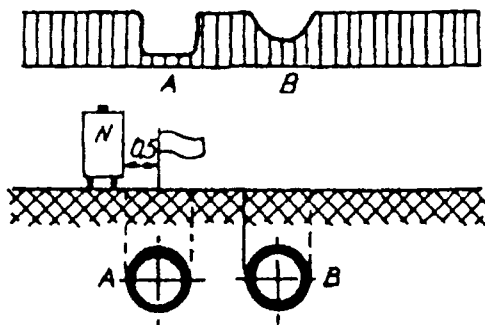


Rys. 1.76. Niewłaściwe ustawienie nadajnika

Na rysunku 1.77 pokazano sytuację, w której pomiar na powierzchni wykazuje obecność jednego przewodu. W powyższej sytuacji należy ustawić nadajnik około 0,5 m od osi położenia przewodu w bok, kierując tym samym większą ilość energii nadajnika na interesujący nas przewód. Ponieważ nadajnik odsunięty od pionu przekaże w sumie mniejszą ilość energii, przeto odległość pomiarowa znacznie się zmniejszy. Konieczne jest zatem maksymalne zbliżenie się do nadajnika.

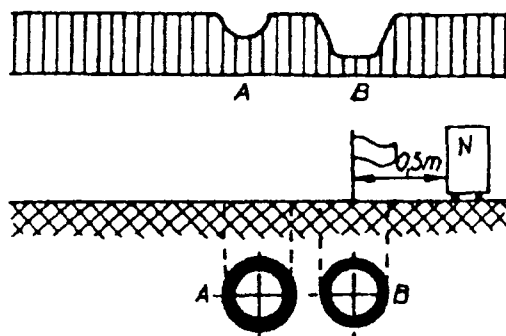


Rys. 1.77. Charakterystyka przebiegu sygnału nad przewodami równoległymi



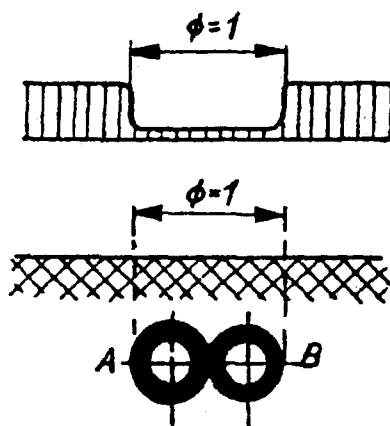
Rys. 1.78. Lokalizacja przewodu A (położenie nadajnika i charakterystyka przebiegu sygnału)

W celu wykrycia przewodu A przesuwamy nadajnik o około 0,5 m od osi przebiegu przewodu w lewo (rys. 1.78). W celu wykrycia przewodu B przesuwamy nadajnik o około 0,5 m od osi przebiegu przewodu w prawo (rys. 1.79).

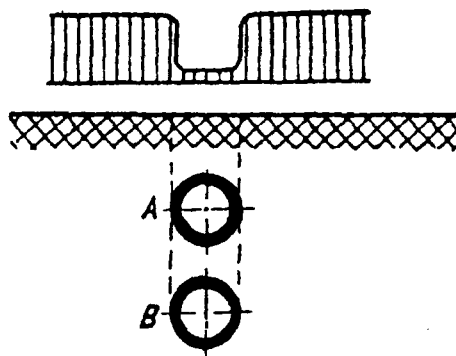


Rys. 1.79. Lokalizacja przewodu B (położenie nadajnika i charakterystyka przebiegu sygnału)

Przy bezpośrednich zetknięciach dwóch przewodów pomiar wykaze je zawsze jako jeden przewód (rys. 1.80).



Rys. 1.80. Charakterystyka sygnału w przypadku dwóch równoległych, stykających się przewodów

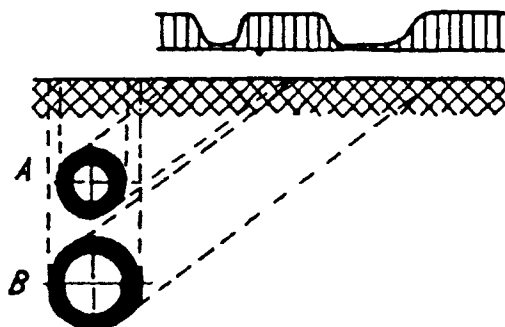


Rys. 1.81. Charakterystyka sygnału, gdy dwa przewody równoległe o jednakowych średnicach położone są na różnych głębokościach

Podczas lokalizacji przewodów równoległych, których osie położone są w jednej płaszczyźnie pionowej, ale na różnych głębokościach, najczęściej spotykamy się z następującymi przypadkami:

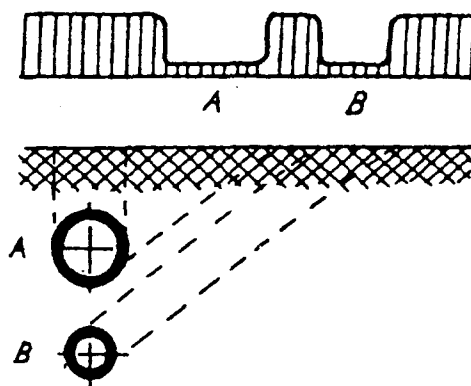
- dwa przewody o jednakowych średnicach położone są na różnej głębokości (rys. 1.81),

- dwa przewody o różnych średnicach, przewód A ma mniejszą średnicę (rys. 1.82),



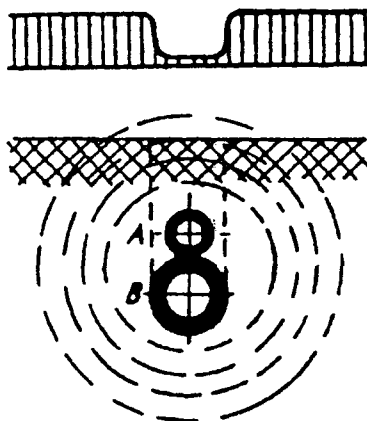
Rys. 1.82. Charakterystyka sygnału, gdy średnica przewodu A jest mniejsza od średnicy przewodu B

- dwa przewody o różnych średnicach, przewód B ma mniejszą średnicę (rys. 1.83),
- dwa przewody o różnych średnicach, połączone (rys. 1.84).

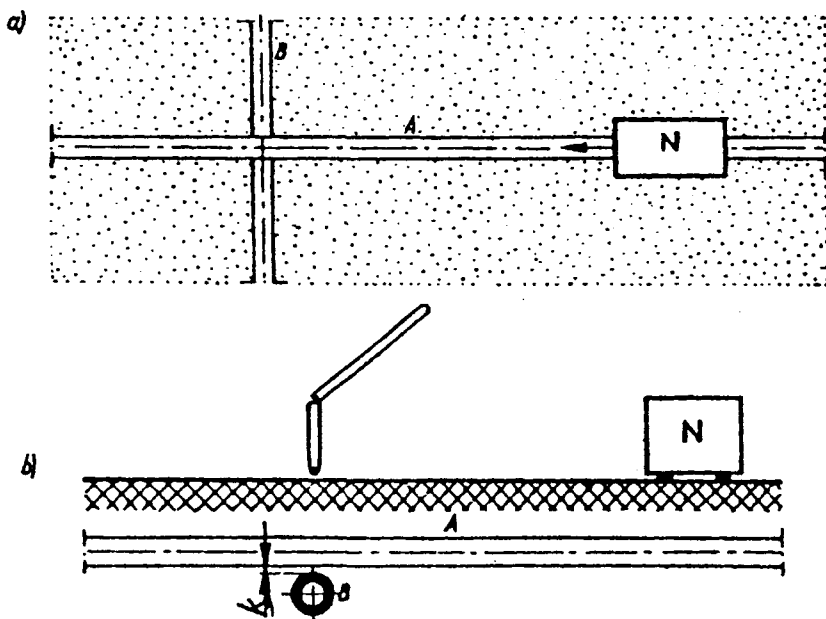


Rys. 1.83. Charakterystyka sygnału, gdy średnica przewodu A jest większa od średnicy przewodu B

Podczas lokalizacji przewodów krzyżujących się najczęściej mamy do czynienia z następującymi trzema przypadkami.

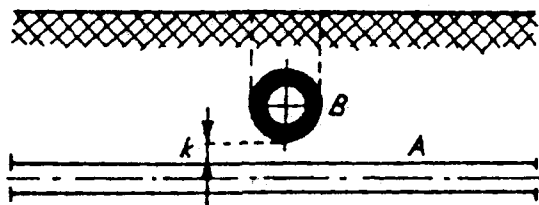


Rys. 1.84. Charakterystyka sygnału dwóch przewodów równoległych stykających się



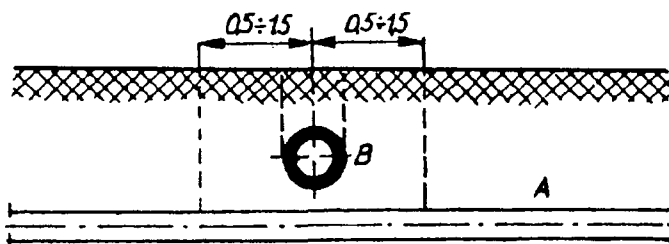
Rys.1.85. Lokalizacja przewodu A (przewód B leży poniżej przewodu A) a) sytuacja, b) przekrój

Przewód B znajduje się poniżej położenia przewodu A (rys. 1.85) i przewód A jest przewodem lokalizowanym. Jeżeli odległość k jest dostatecznie duża, nie zauważymy wpływu przewodu B na jakość pomiaru przewodu A.



Rys. 1.86. Lokalizacja przewodu A (przewód B leży powyżej przewodu A)

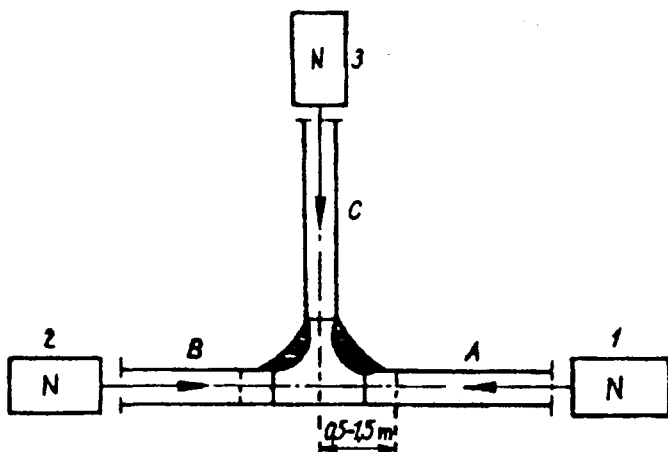
Jeżeli przewód lokalizowany A leży poniżej przewodu B (rys. 1.86), wówczas w zależności od odległości k obserwuje się w punkcie skrzyżowania duży wpływ przewodu B na dokładność lokalizacji przewodu A. Pomiar w tym punkcie należy powtórzyć podchodząc do skrzyżowania z drugiej strony. Przy małej różnicy głębokości przewodów A i B istnieje możliwość powstania pola błędów w obszarze pokazanym na rys. 1.87. W tej sytuacji osobno dokonuje się lokalizacji przewodu A i osobno przewodu B.



Rys. 1.87. Szerokość pola błędów przy lokalizacji wzajemnie prostopadłych przewodów przy małej różnicy głębokości przewodów A i B

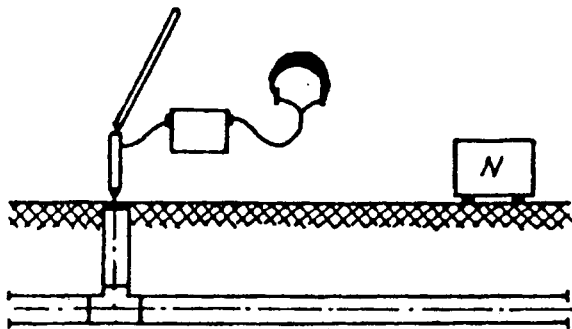
Lokalizacja odgałęzień pojedynczych

Przy lokalizacji odgałęzień pojedynczych o jednakowych średnicach na ogół obserwuje się, że przewód AB z odgałęzieniem C ma pole błędów rozpoczynające się około 0,5 m przed odgałęzieniem. Pomiar należy rozpocząć w punkcie 1, dochodząc do odgałęzienia. Następnie przedstawia się nadajnik na punkt 3 i ponownie dochodzi do przewodu C (rys. 1.88). W ten sposób stwierdza się ciągłość przewodu AB.



Rys. 1.88. Kolejność pomiarów i pola błędów przy pomiarach odgałęzień

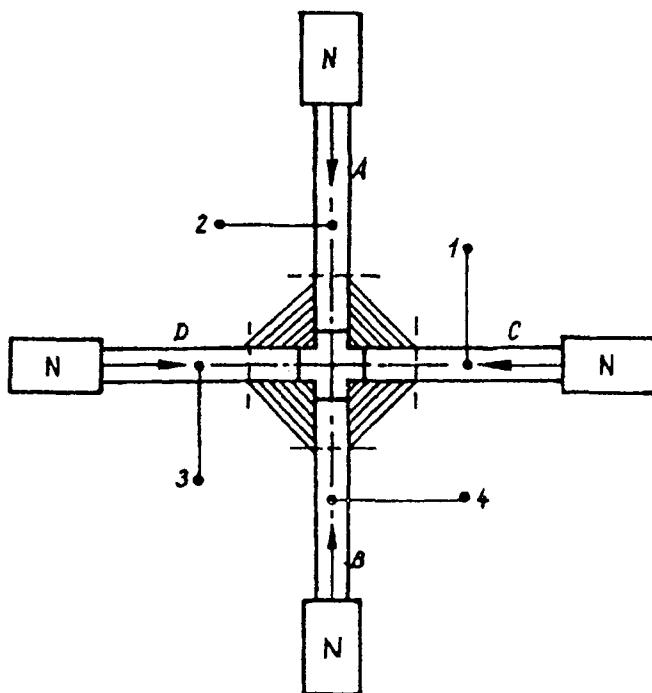
Następną czynnością będzie ustawienie nadajnika dokładnie na odgałęzieniu, przy czym jego oś powinna być skierowana na przewód C. W dalszym ciągu pomiaru ustalamy położenie przewodu odgałęźnego (C). Ażeby stwierdzić ostatecznie, czy wszystkie trzy odcinki przewodów są połączone ze sobą galwanicznie, należy zmierzyć głębokość ich położenia najbliższej punktu połączenia. Równe głębokości położenia będą świadczyć o wzajemnym połączeniu odcinków. W przypadku różnych średnic poszczególnych odcinków (A, B, C) sytuacje pomiarowe będą bardzo zbliżone.



Rys. 1.89. Odgałęzienie pionowe

Odgałęzienia pionowego nie można wykrywać metodą indukcyjną (rys. 1.89). W przypadku zasypiania (miejscu niewidoczne) wykrywamy to odgałęzienie innym zestawem przyrządów tzw. „wykrywaczem metali”, znając na powierzchni przebieg przewodu podziemnego. Przy dużej wprawie można

wykryć odgałęzienie pionowe mierząc głębokość pod kątem około 70° . Chodząc wzdłuż przewodu natrafia się na słaby zanik sygnału w punkcie odgałęzienia pionowego. Będzie to jednak pomiar słabo selektywny, nie dający pełnego rozpoznania sytuacji pomiarowej.

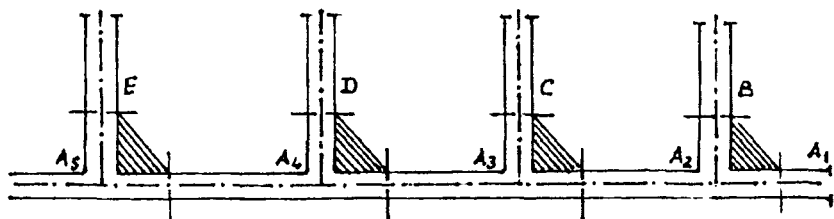


Rys. 1.90. Pomiar odgałęzień krzyżowych

W przypadku odgałęzień krzyżowych o jednakowych średnicach (rys. 1.90), przewody lokalizuje się w kolejności A, B, C, D aż do pola błędów. Kontrolując przewód AB należy przerwać pomiar przed polem błędów, a następnie przestawić nadajnik za skrzyżowanie (około 1 m). Identycznie postępuje się podczas pomiaru przewodu CD. W celu stwierdzenia czy skrzyżowanie stanowi jeden ciąg przewodów należy zmierzyć głębokość położenia poszczególnych odcinków. Sprawdzając odcinek A należy ustawić nadajnik nad tym przewodem w odległości przynajmniej 10 m od skrzyżowania, a następnie dokonać pomiaru głębokości w odległości około 2 m od skrzyżowania. Identycznie postępuje się z pozostałymi odcinkami. Jednakowa głębokość położenia wszystkich odcinków (A, B, C, D) świadczy o ich bezpośrednim połączeniu.

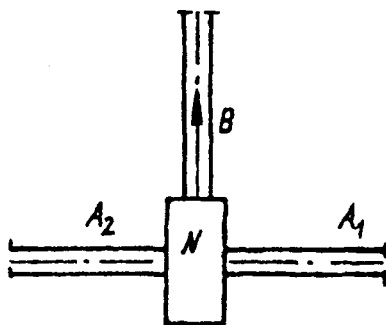
Lokalizacja odgałęzień wielokrotnych

Pomiary przy odgałęzieniach wielokrotnych jednostronnych należy rozpocząć na odcinku przewodu oznaczonym A_1 (rys. 1.91). Pomiar przerywa się przed polem błędów powodowanym odgałęzieniem B. Następnie nadajnik przestawia się na odcinek A_2 , tuż za odgałęzieniem mierząc odcinek A_2 i dochodzi do następnego pola błędów przed odgałęzieniem C. Analogicznie przeprowadza się pomiar dalszych odcinków.



Rys. 1.91. Lokalizacja odgałęzień wielokrotnych jednostronnych

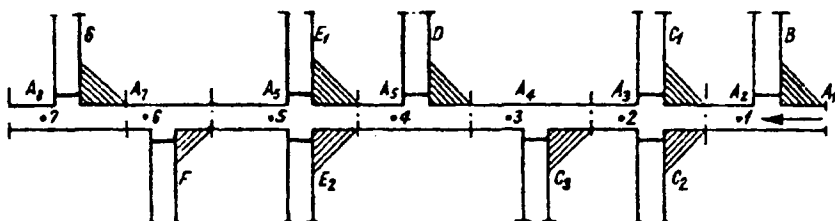
Odgałęzienia B,C,D,E mierzy się, ustawiając nadajnik nad połączeniem i kierując jego energię na odpowiedni odcinek przewodu. Nadajnik ustawia się nad odgałęzieniem w kierunku położenia przewodu B (rys. 1.92). Pomiar należy rozpocząć w odległości kilku metrów od połączenia.



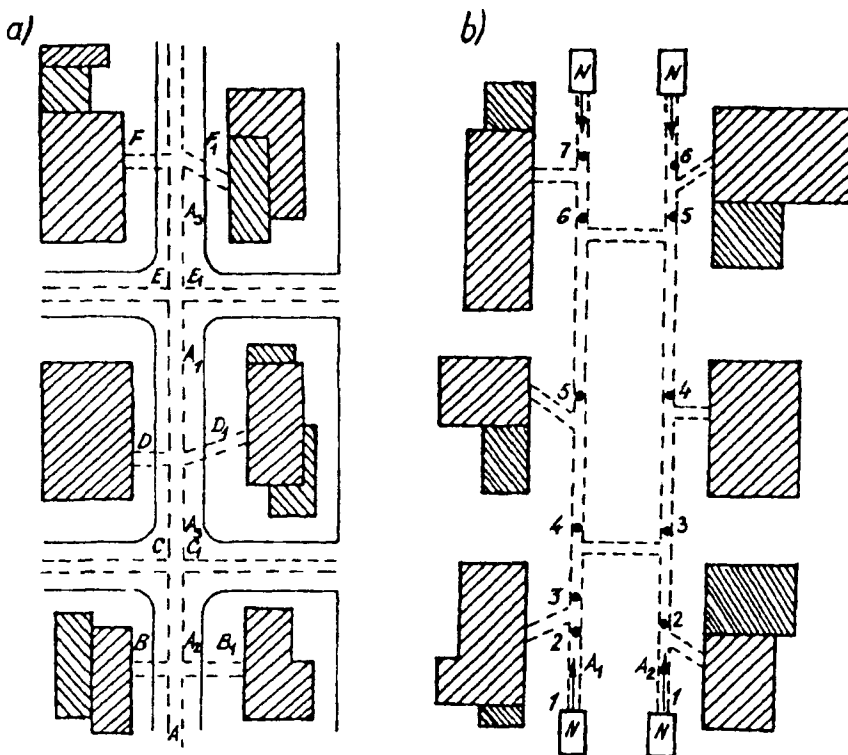
Rys. 1.92. Zasada ustawiania nadajnika nad odgałęzieniami

Przy odgałęzieniach wielokrotnych dwustronnych lokalizację przewodów (rys. 1.93) wykonuje się w sposób podobny do stosowanego dla odgałęzień jednostronnych.

Nadajnik przestawia się kolejno na punkty 1, 2, 3, 4 sprawdzając odcinki A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 do pola błędów przed każdym odgałęzieniem. Odcinki B, C, D, E, F, G należy ustalić, stawiając nadajnik na skrzyżowaniach w kierunku poprzecznym. Odcinki BC oraz FG kontroluje się jednocześnie, stawiając nadajnik na skrzyżowaniu. Wykorzystuje się tu równomierność rozłożenia energii w obu kierunkach.



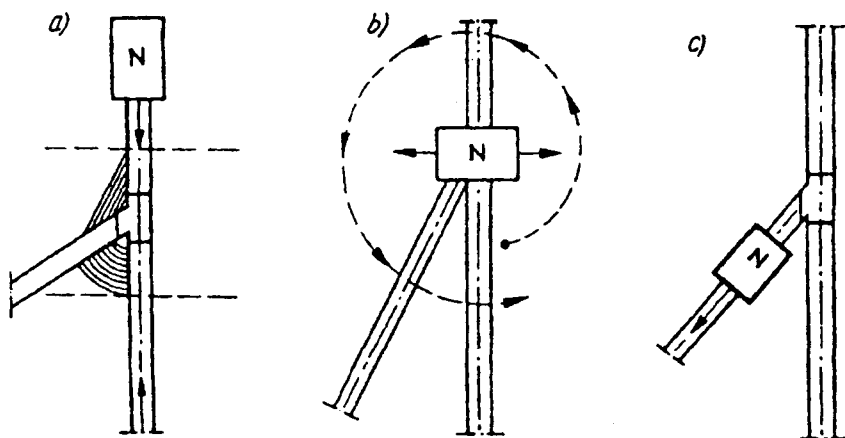
Rys. 1.93. Lokalizacja odgałęzień wielokrotnych dwustronnych



Rys. 1.94. Lokalizacja przyłączy domowych: a) sytuacja w pojedynczym ciągu, b) sytuacja w podwójnym ciągu

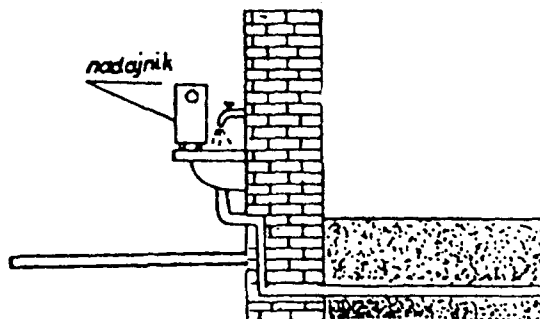
Podczas lokalizacji przyłączy domowych najczęściej spotyka się dwie sytuacje. Sytuacja a) — rys. 1.94a — pomiar rozpoczynamy od punktów oznaczonych 1, pamiętając o polu błędów przed każdym odgałęzieniem. Każde przyłącze wykrywa się w sposób podany poprzednio, tzn. ustwiając nadajnik na skrzyżowaniu i kierując najsilniejsze natężenie pola w kierunku spodziewanego przebiegu. Rozpoczynając pomiar, stawia się nadajnik w dowolnym miejscu. Po znalezieniu odcinka A_1 przestawia się nadajnik na miejsce, w którym pomiar będzie najbardziej czytelny.

Sytuacja b) — rys. 1.94b — należy ją traktować jako dwa odrębne układy pomiarowe I i II. Kontrolując przebieg przewodów A_1 i A_2 ustawia się nadajnik początkowo w miejscach oznaczonych 1a i 1b, następnie przestawia go kolejno aż do punktu 7. W sytuacjach bardzo skomplikowanych o dużej ilości różnych przewodów, należy pomiary powtarzać wielokrotnie. Wskazane jest powtórzenie pomiaru od strony przeciwnej, tj. od punktu 7 do 1. Odgałęzienia są sprawdzane w sposób podany poprzednio.

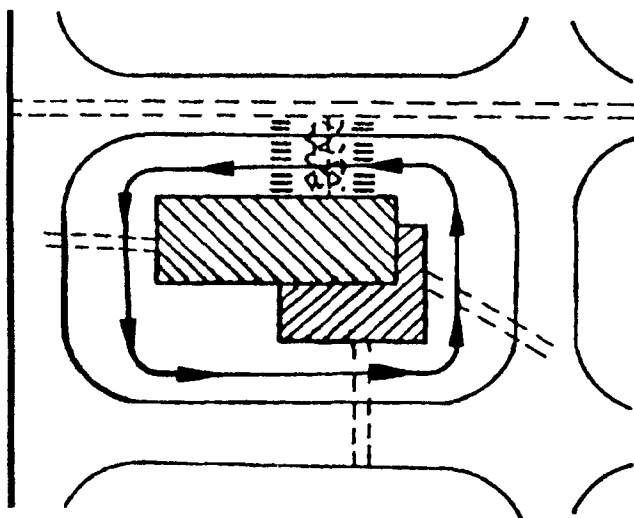


Rys. 1.95. Lokalizacja odgałęzień pod kątem dowolnym

Jeżeli odgałęzienie nie jest prostopadłe do przewodu głównego, pomiar doprowadzony do pola błędów trzeba powtórzyć z przeciwnej strony (rys. 1.95). Jeżeli kierunek odgałęzienia nie jest znany, należy ustawić nadajnik na odgałęzieniu, lecz w kierunku poprzecznym (sytuacja b). Prowadząc antenę ferrytową w odległości około 3 m wokół nadajnika natrafia się na przewód odgałęźny — sygnał zanika. Ponieważ nadajnik nie będzie ustawiony najkorzystniej w kierunku przebiegu przewodu, przeto ilość energii skierowana na przewód B będzie niewielka. Pomiar należy wykonać bardzo powoli. Obserwując miernik w odbiorniku, zauważymy zmniejszenie poziomu sygnału nad przewodem odgałęźnym.



Rys. 1.96. Miejsce ustawienia nadajnika przy lokalizacji przewodów ściekowych



Rys. 1.97. Lokalizacja przewodów na zewnątrz budynku

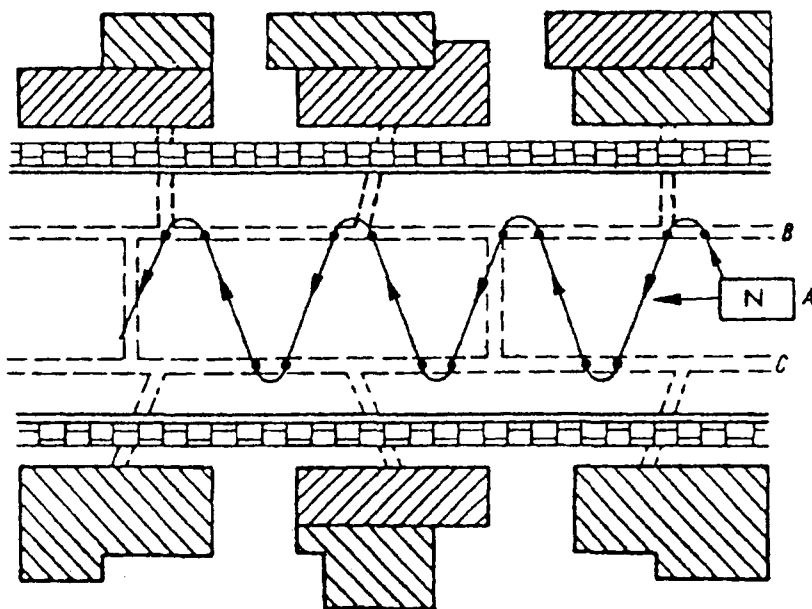
Lokalizacja przewodów ściekowych, gdzie woda jest nośnikiem energii nadajnika, wymaga kolejnego dokonania następujących czynności:

- a) ustawienia nadajnika na miejscu ściekowym (rys. 1.96),
- b) odkręcenia zaworu, puszczenia wody,
- c) obszukania terenu wokół budynku (rys. 1.97).

Nad przewodem nastąpi częściowo zmniejszenie poziomu sygnału lub jego całkowity zanik.

1.7.4. Sprawdzanie terenów nieznanych. Sytuacja uliczna

Wyznaczanie przebiegów instalacji podziemnych, gdy nie są znane nawet elementy armatury zewnętrznej, należy rozpocząć od ustawienia nadajnika na środku ulicy. Dokonując pomiaru w sytuacji przykładowej (rys. 1.98) wyznacza się punkty zaników nad wszystkimi przewodami.

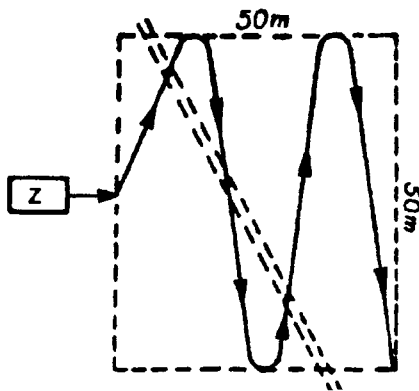


Rys. 1.98. Lokalizacja trasy przewodów na ulicy

Każdy punkt osłabienia sygnału trzeba oznaczyć na powierzchni dowolnym znakiem. Kilkakrotne powtórzenie zaniku w jednej linii będzie oznaczać przebieg przewodu podziemnego. Ponieważ instalacje podziemne zwykle usytuowane są wzdłuż ulicy obok krawężników, należy spodziewać się małych zaników sygnału nad przewodami. Zaniki sygnału nastąpią w punktach oznaczonych kropkami. Po oznaczeniu na powierzchni przebiegów należy przedstawić nadajnik na pozycję B lub C. W ten sposób kieruje się całą energią nadajnika na interesujący nas odcinek ulicy i kontroluje powtórnie przebieg przewodu, ustalając pozostałe wielkości (średnicę, głębokość).

Sytuacja polowa

Postępujemy jak poprzednio, wybierając teren o wielkości około 50×50 m (rys. 1.99). W przypadku natrafienia na przewód (zanik sygnału) oznaczamy go na powierzchni. Następnie przestawiamy nadajnik nad przewód, ustalając już dokładnie jego przebieg i pozostałe wielkości (por. rys. 1.98).



Rys. 1.99. Lokalizacja trasy przewodów w terenie otwartym

1.7.5. Wykrywacz instalacji podziemnych WIP

Wykrywacz „WIP” przeznaczony jest do wykonywania następujących pomiarów:

- wyznaczanie trasy ciągu (rozgałęzień),
- wyznaczanie głębokości zalegania ciągu,
- ustalanie miejsca uszkodzenia (dot. kabli energet.).

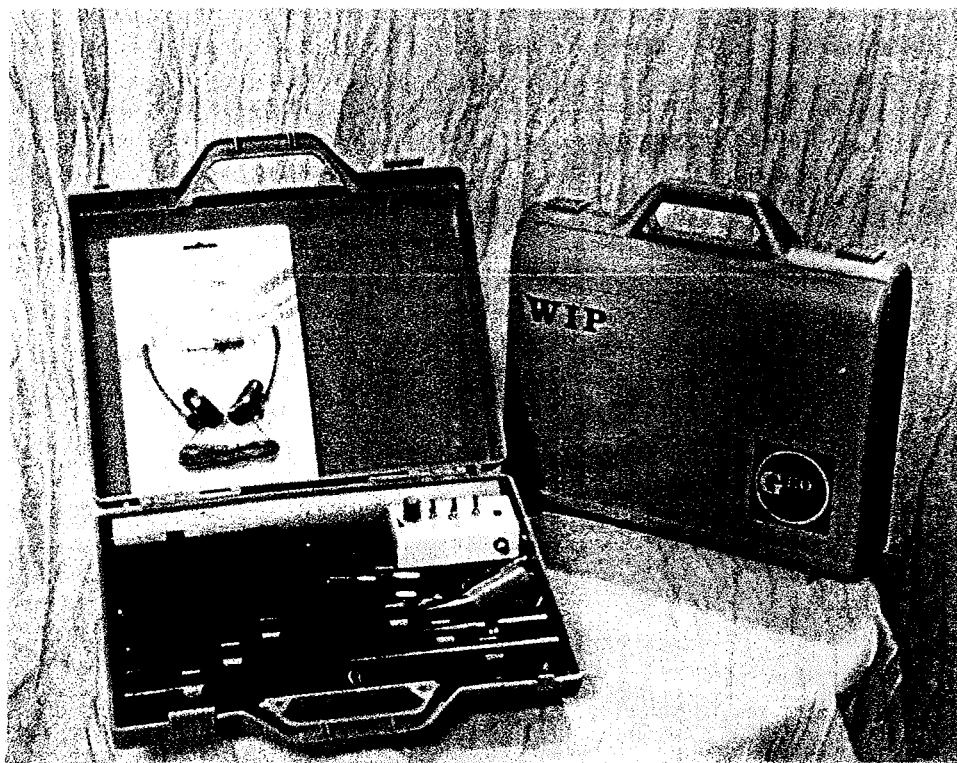
Można je wykonywać stosując metodę indukcyjną lub galwaniczną. Warunkiem zastosowania wykrywacza jest przewodnictwo elektryczne wykrywanych instalacji podziemnych. Należą do nich:

- rurociągi,
- kable elektroenergetyczne,
- kable teletechniczne,
- przewody ściekowe.

Podstawowe dane techniczne:

sygnał pomiarowy – 100 kHz modulowany (380 Hz) ciągły lub przerywany (5 Hz) z możliwością regulacji wielkości sygnału wyjściowego,

- odbiór sygnału — akustyczny na słuchawki z możliwością regulacji natężenia odbieranego sygnału,
lokalizacja — na minimum odbieranego sygnału,
zasilanie — baterie Ni — Ca,
czas ładowania — 14 godz.,
czas działania
pomędzy
ładowaniami — 50 — 70 godz. w zależności od sposobu użytkowania.



Rys. 1.100. Wykrywacz instalacji podziemnych WIP produkcji przedsiębiorstwa
Geo — Serwis

W skład zestawu pomiarowego „WIP” wchodzi następujące elementy (rys. 1.100)

- nadajnik wraz z anteną (walizka),
- odbiornik w pokrowcu,
- sonda pomiarowa,
- komplet linek do pracy metodą galwaniczną,
- słuchawki,
- ładowarka do akumulatorów Ni – Ca.

1.8. Geodezyjne opracowanie i wyznaczanie w terenie elementów planu zagospodarowania przestrzennego

1.8.1. Opracowania geodezyjno – kartograficzne do celów projektowych

Do ustalenia miejsca realizacji inwestycji budowlanych wykorzystuje się aktualne mapy sytuacyjne lub sytuacyjno – wysokościowe, sporządzone przede wszystkim jako kopia (wrys) mapy zasadniczej lub mapy ewidencji gruntów. Do tych celów mogą też być użyte dwukrotne powiększenia lub pomniejszenia tych map.

Do opracowania planu realizacyjnego wykorzystuje się aktualną mapę sytuacyjno – wysokościową. Jeżeli jednak dla określonej inwestycji nie jest konieczne uwzględnienie rzeźby terenu – do opracowania planu realizacyjnego może być wykorzystana mapa sytuacyjna. Mapy sytuacyjno – wysokościowe powinny obejmować również tereny otaczające w pasie co najmniej 30 m, licząc od granic terenu inwestycji, a w razie konieczności ustalenia strefy ochronnej – także teren tej strefy. Mapy te należy uzyskiwać przez:

1) wykorzystanie zaktualizowanych materiałów kartograficznych, odpowiednio uzupełnionych wymaganymi elementami, w szczególności mapy zasadniczej oraz mapy ewidencji gruntów lub dwukrotnego ich powiększania albo pomniejszania,

2) nowy pomiar, w razie braku materiałów nadających się do wykorzystania. Mapy te powinny:

1) określać położenie urządzeń podziemnych z ich charakterystycznymi rzędnymi (rzędne kratek ściekowych, włączów, studzienek itp.) oraz rzędne parteru (wejść, włączów) istniejących obiektów budowlanych,

2) zawierać opracowane geodezyjnie linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu, linie zabudowy oraz ulic, dróg itd., jeżeli zostały one już wcześniej

ustalone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego albo w decyzji o ustaleniu miejsca i warunków realizacji inwestycji; danych tych można nie wykazywać przy inwestycjach urządzeń melioracji wodnych.

Skalę map należy dostosować do rodzaju i wielkości inwestycji:

1) dla terenów zabudowanych oraz dla inwestycji budownictwa przemysłowego skala map nie może być mniejsza niż 1:1 000,

2) dla działek budowlanych skala map nie może być mniejsza niż 1:500,

3) dla inwestycji o dużej rozległości i niewielkim zagęszczeniu obiektów budowlanych może być stosowana skala 1:2 000, a dla terenów strefy ochronnej – 1:5 000,

4) dla inwestycji liniowych napowietrznych, zlokalizowanych poza terenami zabudowanymi, stosuje się z zasady mapy w skalach 1:10 000 – 1:25 000,

5) dla inwestycji urządzeń melioracji wodnych, zlokalizowanych poza terenami zabudowanymi, stosuje się mapy w skalach 1:2 000 – 1:10 000.

W razie konieczności wywłaszczenia nieruchomości mapa do opracowania planu realizacyjnego powinna zawierać również przebieg granic nieruchomości. Do tej mapy powinien być dołączony wykaz właścicieli posiadaczy nieruchomości. Jeżeli brakuje aktualnych map w określonych wyżej skalach, a właściwe usytuowanie projektowanego obiektu lub zamierzona zmiana sposobu wykorzystania terenu nie są uzależnione od zmian granic władania, to do opracowania planów realizacyjnych mogą być wykorzystane opracowania kartograficzne w formie szkiców sytuacyjnych w razie budowy:

1) tymczasowych obiektów budowlanych nie związanych trwale z terenem,

2) obiektów budowlanych przez osoby fizyczne, chyba że ze względu na rodzaj zabudowy lub warunki terenowe zachodzi konieczność opracowania planu realizacyjnego na mapie,

3) pojedynczych gospodarczych obiektów budowlanych w jednostkach uspołecznionej gospodarki rolnej lub leśnej poza granicami administracyjnymi miast,

4) obiektów architektury ogrodowej oraz pojedynczych budowli na terenach zieleni publicznej oraz zieleni osiedlowej,

5) pojedynczych obiektów budowlanych na terenach campingów i biwaków,

6) w razie zmiany sposobu wykorzystania terenu.

Szkic sytuacyjny, sporządzony z wykorzystaniem mapy ewidencji gruntów, powinien przedstawiać aktualny stan zagospodarowania terenu z dokładnością użytkowania projektowanych obiektów budowlanych. Na szkicu sytuacyjnym należy umieścić:

1) orientacyjne położenie terenu względem stron świata, ulic (dróg) i sąsiednich nieruchomości,

2) oznaczenie istniejących elementów zagospodarowania terenu i zieleni wysokiej oraz niezbędne miary, które mogą warunkować usytuowanie projektowanych obiektów,

3) skalę opracowania,

4) informację o wykorzystanych materiałach do sporządzania szkicu oraz określenie celu, jakiemu szkic ma służyć,

5) datę wykonania, nazwę (nazwisko) oraz adres wykonawcy szkicu i jego podpis.

Rodzaj i skalę opracowania geodezyjno – kartograficznego, na jakim powinien być opracowany plan realizacyjny dla danej inwestycji budowlanej, określa w razie potrzeby terenowy organ administracji państwowej właściwy do zatwierdzenia planu realizacyjnego.

1.8.2. Geodezyjne opracowanie szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego

Geodezyjne opracowanie szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego, zwanego „planem szczegółowym” polega na obliczeniu i podaniu na mapie elementów geodezyjnych niezbędnych do wyznaczenia tego planu w terenie. Opracowanie to obejmuje następujące elementy:

1) sieć ulic, przejść i dojazdów oraz placów,

2) linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu,

3) linie zabudowy.

Opracowanie geodezyjne sieci ulic, przejść i dojazdów polega w zasadzie na opracowaniu ich osi, którymi są linie środkowe między liniami rozgraniczającymi. Jeśli profil poprzeczny ulicy o pojedynczej jezdni jest symetryczny, oś takiej ulicy pokrywa się z osią jej jezdni. Zamiast osi ulicy może być opracowywana oś jezdni w przypadku, gdy:

1) ulica (arteria) ma dwie jezdnie,

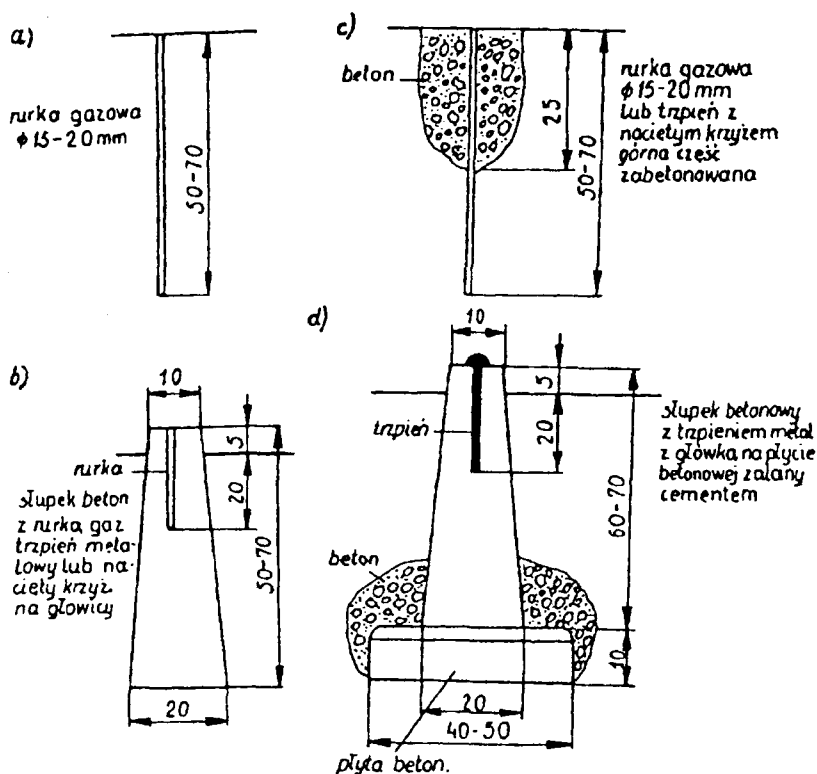
2) linie rozgraniczające ulicę są nieregularne (np. przy przeprowadzeniu nowych arterii przez tereny zainwestowane, powodujące konieczność adaptacji istniejących budynków),

3) profil poprzeczny ulicy nie został ustalony w sposób ostateczny.

Geodezyjne opracowanie realizowanego planu zagospodarowania terenu, na którym zamierzone jest wykonanie inwestycji budowlanych, w dalszej części zwanego planem realizacyjnym, polega na obliczeniu i podaniu na mapie elementów geodezyjnych niezbędnych do wyznaczenia w terenie usytuowania poziomego i pionowego realizowanych obiektów budowlanych. Przy geodezyj-



nym opracowaniu i wyznaczaniu w terenie planów szczegółowych i planów realizacyjnych mają zastosowanie ogólne zasady podane w „Powszechnych przepisach o pomiarach kraju”.



Rys. 102. Przykłady różnych sposobów utrwalania punktów osi ulic w terenie

Wyznaczenie punktów osi ulic przeprowadza się na podstawie kopii szkicu geodezyjnego wyznaczenia osi (rys. 1.101), opierając się na osnowie geodezyjnej za pomocą obliczonych elementów wcięcia osi w sieć geodezyjną oraz elementów rzutów punktów osi na boki poligonowe i linie pomiarowe. Wyznaczone linie osi ulic – jeżeli na to pozwala sytuacja – należy nawiązać w odstępach 50–80 m do narożników istniejących budynków, mierząc w linii przedłużenia ścian budynków odległości osi do narożników budynków. Wyznaczone punkty przecięć i załamania osi oraz punkty początkowe i końcowe łuków osi należy utrwalić w terenie. Utrwalenia tego w uzasadnionych przypadkach należy dokonać na liniach równoległych do tych osi. Na terenach nie zabudowanych oraz ulicach nie urządzonych utrwalenie punktów osi głównych założeń planu

szczegółowego należy wykonać za pomocą znaków pokazanych na rys. 1.102. Na ulicach urządzonych punkty osi utrwała się bolcami żelaznymi.

Obliczenie elementów geodezyjnych określających przebieg linii rozgraniczających tereny przeznaczone pod ulice i place polega na obliczeniu:

- 1) współrzędnych punktów załamania linii rozgraniczających,
- 2) elementów nawiazania do osi ulic linii rozgraniczających za pomocą wcięć tych linii w osie ulic lub odrzutowania na osie z punktów załamania linii rozgraniczających.

Do opracowania geodezyjnego i wyznaczenia w terenie planu realizacyjnego ulicy materiałami wyjściowymi są:

- 1) mapa sytuacyjno – wysokościowa w skali 1:200, 1:250 lub 1:500 trasy projektowanej ulicy,
- 2) przekrój podłużny,
- 3) przekroje poprzeczne.

Na mapę sytuacyjno – wysokościową trasy projektowanej ulicy należy wnieść oś i linie rozgraniczające projektowanej ulicy na podstawie ich opracowania geodezyjnego. W przypadku budowy nowej ulicy lub przebudowy istniejącej na terenie, dla którego nie był sporządzony i opracowany geodezyjnie plan szczegółowy, należy wykonać opracowanie geodezyjne osi ulicy i linii rozgraniczających ulicę.

Geodezyjne opracowanie i wyznaczenie w terenie planu realizacyjnego ulicy (planu) polega na opracowaniu i wyznaczeniu w terenie:

- 1) osi jezdni,
- 2) ukształtowania terenu i budowli ziemnych (nasypy, wykopy, skarpy, trasy),
- 3) obiektów inżynierskich związanych z budową ulicy (mosty, wiadukty, tunele, przejścia podziemne, przepusty),
- 4) pozostałych elementów zagospodarowania ulicy, jak: linii krawężników, torowisk tramwajowych, pasów zieleni, chodników, latarni, słupów trakcyjnych, drzew itp.

Opracowanie geodezyjne osi jezdni pod względem sytuacyjnym i wysokościowym przeprowadza się podając miary do 0,01 m; krawężniki wyznacza się wysokościowo, podając również miary do 0,01 m. Wyznaczanie sytuacyjne budowli ziemnych związanych z budową ulicy (obrysy skarpy, wykopów i nasypów) przeprowadza się podając miary do 0,1 m.

W celu wyznaczenia w terenie osi jezdni należy sporządzić szkic wyznaczenia osi, zawierający punkty osnowy geodezyjnej i pomiarowej, punkty osi ulicy i elementy geodezyjne tej osi, punkty i elementy geodezyjne osi jezdni. Dla wyznaczenia elementów wysokościowych planu realizacyjnego należy utrwalić robocze znaki wysokościowe wzdłuż trasy nie rzadziej niż co 150 m. Znaki te



należy zakładać w miarę możliwości na budynkach; na trasach nie zabudowanych stabilizuje się znaki gruntowe poza zasięgiem robót ziemnych. Do stabilizacji znaków gruntowych mogą być użyte pale drewniane o długości 1,2–1,5 m i grubości 0,15 m z wbitym trzpieniem żelaznym.

Tyczenie odcinka osi w sposób pośredni przeprowadza się na podstawie:

a) istniejącej osnowy poligonowej, jeżeli dokładność tej osnowy jest taka, że wyznaczony na jej podstawie odcinek utworzy linię prostą oraz jeżeli ciąg poligonowy przebiega wzdłuż trasy projektowanej ulicy,

b) specjalnie założonego ciągu sytuacyjnego, jeżeli nie są spełnione warunki podane w punkcie a.

W przypadku gdy z budową ulicy przy placu związane są duże roboty ziemne, wyznaczenie planu realizacyjnego przeprowadza się w dwóch fazach:

1) w fazie pierwszej wyznacza się — poza osią jezdni — tylko elementy niezbędne do wykonania robót ziemnych (obrysy wykopów i nasypów),

2) w fazie drugiej — po przesunięciu mas ziemnych — wyznacza się sytuacyjnie i wysokościowo w sposób ostateczny oś jezdni i wszystkie pozostałe elementy zagospodarowania terenu ulicy.

W celu wyznaczenia planu realizacyjnego w pierwszej fazie sporządza się szkic zawierający punkty i elementy geodezyjne osi jezdni oraz punkty i elementy geodezyjne obrysów wykopów i nasypów. Dla wyznaczenia planu realizacyjnego w drugiej fazie sporządza się szkic zawierający linie krawężników, torowisk tramwajowych, chodników, pasów zieleni, drzew i słupów trakcyjnych, odległości tych linii od osi jezdni i promieni łuków krawężników oraz repery ich wysokości. Po wykonaniu robót ziemnych wytycza się szczegółowo oś jezdni i odcinki osi jezdni ulic poprzecznych; w punktach odpowiadających pikietom przyjętym w planie realizacyjnym i profilu podłużnym osadza się kołki z gwoździami w środku lub rurki żelazne. Poszczególne linie elementów zagospodarowania ulicy wyznacza się w terenie liniowo w odniesieniu do osi jezdni. Krawężniki na skrzyżowaniach wyznacza się bezpośrednio w terenie, zataczając łuki określonym promieniem ze środka. W przypadku gdy zostały założone krawężniki, pozostałe elementy zagospodarowania ulicy mogą być wyznaczone od tych krawężników. Do opracowania geodezyjnego planu realizacyjnego przewodów podziemnych materiałami wyjściowymi są:

1) plan położenia przewodów sieciowych w przekrojach poprzecznych i podłużnych ulicy, uzgodniony z zainteresowanymi jednostkami i zatwierdzony przez powiatowy organ służby geodezyjnej,

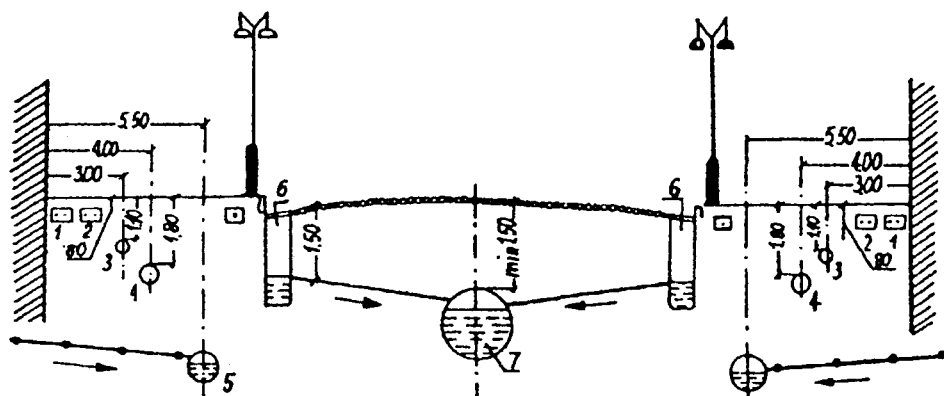
2) mapa trasy ulicy lub trasy przewodu,

3) przekrój podłużny i przekroje poprzeczne trasy,

4) opracowanie geodezyjne osi ulic.

Rozmieszczając sieć przewodów podziemnych w ulicach i placach należy przestrzegać następujących minimalnych odległości między krawędzią skrajną przewodów podziemnych (od strony zabudowy) a linią rozgraniczającą:

- dla kabli telekomunikacyjnych ziemnych lub kanalizacji kablowej rozdzielczej 0,5 m
- dla kabli miejscowych, magistralnych i typu dalekosiężnego lub kanalizacji kablowej magistralnej 1,0 m
- dla sieci kablowej elektroenergetycznej lub kanalizacji kablowej elektroenergetycznej do 1 kV i powyżej 1 kV 0,5 m
- dla przewodów ogrzewania zdalaczynnego, uwzględniając ich komory 1,5 m
- dla przewodów gazowych niskiego ciśnienia 3,0 m
- dla przewodów gazowych średniego ciśnienia oraz sieci gazowych wysokiego ciśnienia do 2 atm włącznie 5,0 m
- dla przewodów gazowych wysokiego ciśnienia 10,0 m
- dla przewodów wodociągowych rozdzielczych o średnicy do 250 mm 3,0 m
- dla przewodów wodociągowych magistralnych o średnicy do 500 mm 5,0 m
- dla przewodów wodociągowych magistralnych o średnicy ponad 500 mm 8,0 m
- dla przewodów kanalizacyjnych 5,0 m



Rys. 1.103. Usytuowanie kanałów sieci rozdzielczej w przekroju poprzecznym ulicy: 1 – kable elektryczne, 2 – kable telefoniczne, 3 – przewód gazowy, 4 – przewód wodociągowy, 5 – kanały ściekowe, 6 – wpusty uliczne, 7 – kanał deszczowy

Tabela 1.9

Tabelaryczne zestawienie najmniejszych dopuszczalnych odległości poziomych w metrach między osiami poszczególnych przewodów sieci podziemnej

Nazwa przewodów sieci podziemnej			Pojedyncze kable elektroenergetyczne				pojedyncze kable telekomunikacyjne	przewody wodociągowe 250 mm	przewody gazowe niskoprężne do 200 mm	
			różne linie kablów energetyczne	do 1 kV	do 10 kV	powyżej 10 kV				
Pojedyncze kable elektroenergetyczne	Linie kablów (różnych użytkowników)		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	—	0,80	1,00
	do 1 kV									
	powyżej	do 10 kV								
	1 kV	powyżej 10 kV								
Pojedyncze kable telekomunikacyjne						0,50	—	0,80	1,00	

Zestawienie najmniejszych odległości poziomych w świetle między

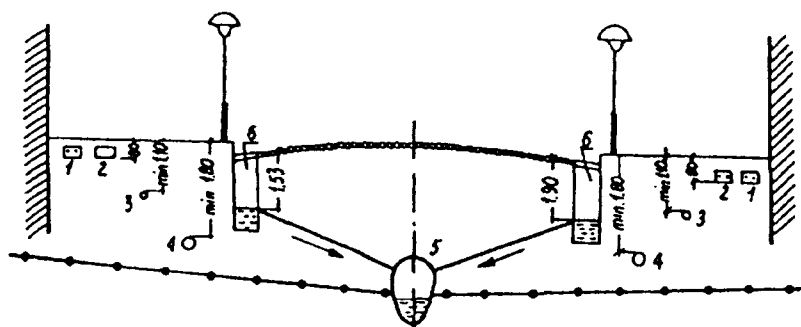
Nazwa przewodu		pas kabli elektroenerg. (od skrajnego kabla)	pas kabli telekom. (od skr. kabla lub kanaliz. kablowej)	Przewody wodociągowe	
				do 250 mm	ponad 250 mm
Pas kabli elektroenergetycznych (odległość od krawędzi kabla skrajnego)		—	0,50	0,30	1,50
Pas kabli telekomunikacyjnych (odległość od krawędzi kabla skrajnego lub kanalizacji kablowej)		0,50	—	0,80	1,3
Przewody wodociągowe	do 250 mm	0,80	0,80	—	1,30
	ponad 250 mm	1,50	1,30	1,30	—
Przewody gazowe	niskoprężne	1,00	1,00	1,00	1,00
	średnioprężne	1,50			
	wysokoprężne do 2 atm	do 2,00	1,00	1,50	1,50
Przewody ogrzewania	wysokoprężne do 2 atm	2,00	2,00	2,00	2,00
	nie zabudowane w ziemi	1,00	2,00	1,50	1,50
	w kanałach	do 2,00	do 2,00	1,50	1,50
Przewody kanalizacyjne	nie mające połączenia z pomieszczeniami ludzi i zwierząt	1,00	2,00	2,00	2,00
	mające bezpośrednie połączenie z pomieszczeniami ludzi i zwierząt	1,00	2,00	2,00	2,00

Tabela 1.10

krawędziami skrajnych przewodów sieci podziemnej lub bloków kanalizacji kablowej

Przewody gazowe			Przewody ogrzewania zdalczego		Przewody kanalizacyjne	
niskoprężne	średnioprężne i wysokoprężne do 2 atm	wysokoprężne do 2 atm	nie zabudowane w ziemi	w kanałach	nie mające połączenia z pomieszczeniem ludzi i zwierząt	mające bezpośrednie połączenia z pomieszczeniem ludzi i zwierząt
1,00	1,50 do 2,00		0,50 do 2,00	0,50 do 2,00	1,00	1,00
1,00	1,00	2,00	1,00 do 2,00	1,00 do 2,00	2,00	2,00
1,00	1,50	2,00	1,50	1,50	2,00	2,00
1,00	1,50	2,00	1,50	1,50	2,00	2,00
—	1,00	1,50	2,00	3,00	2,00	2,00
1,00	—	1,50	3,00	5,00	3,00	3,00
1,50	1,50		5,00	10,00	5,00	10,00
2,00	3,00	5,00	—	—	2,00	3,00
3,00	5,00	10,00	—	—	3,00	3,00
2,00	3,00	5,00	2,00	3,00	—	—
3,00	5,00	10,00	3,00	3,00	—	—

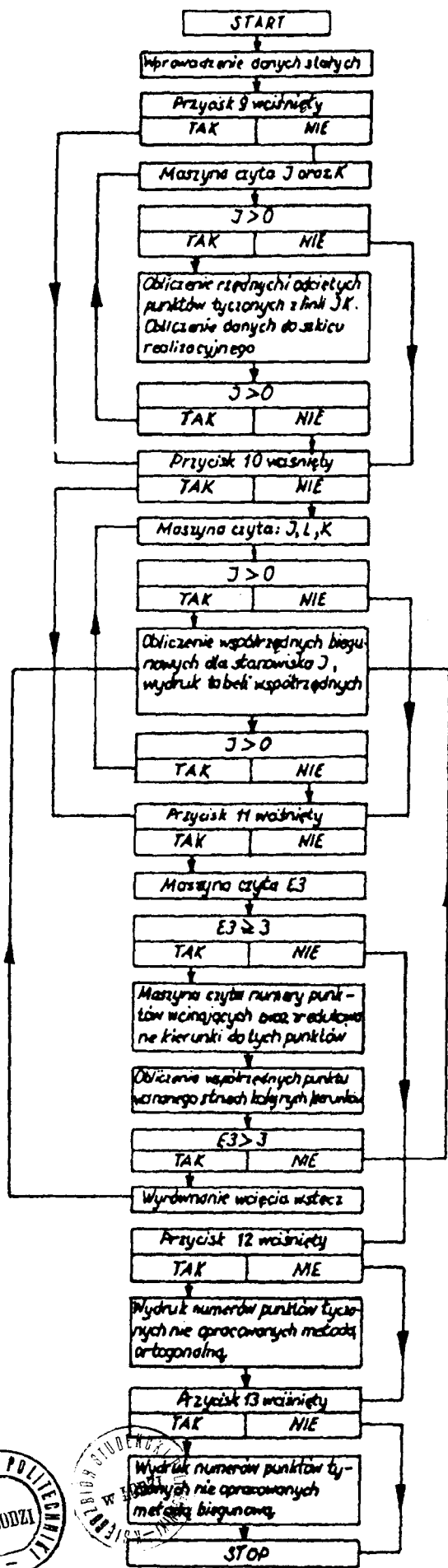
Dla gazociągów wysokiego ciśnienia, ułożonych w ziemi, obowiązujące odległości bezpieczne, jakie należy zachować pomiędzy gazociągami i obiektami terenowymi zlokalizowanymi w pobliżu gazociągów, zostały podane w normie branżowej BN–71/8976–31. Na wąskich istniejących ulicach, przeważnie o zwartej zabudowie (np. w dzielnicach staromiejskich) dopuszcza się odstępstwa od przyjętych zasad projektowania układania sieci przewodów podziemnych. Usytuowanie kanałów sieci rozdzielczej i kanału ogólnospławnego w przekroju poprzecznym ulicy jest pokazane na rysunku 1.103 i 1.104.



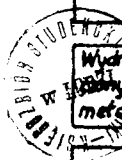
Rys. 1.104. Usytuowanie kanału ogólnospławnego w przekroju poprzecznym ulicy: 1 – kable elektryczne, 2 – kable telefoniczne, 3 – przewód gazowy, 4 – przewód wodociągowy, 5 – kanał ogólnospławny, 6 – wpusty

Ustala się następujące minimalne głębokości przewodów sieci podziemnej

– dla kabli elektroenergetycznych do 1 kV i powyżej 1 kV	0,7–1,0 m
– dla kabli oświetleniowych	0,5 m
– dla przewodów ogrzewania zdalczego, licząc od pokrywy, minimum	0,5 m
– dla przewodów gazowych	1,0–1,2 m
– dla przewodów wodociągowych (w zależności od średnicy przewodu)	1,4–1,8 m
– dla kanałów ściekowych głębokość jest ustalona w wyniku obliczeń dla zachowania odpowiednich spadków tych punktów, minimum	1,4 m



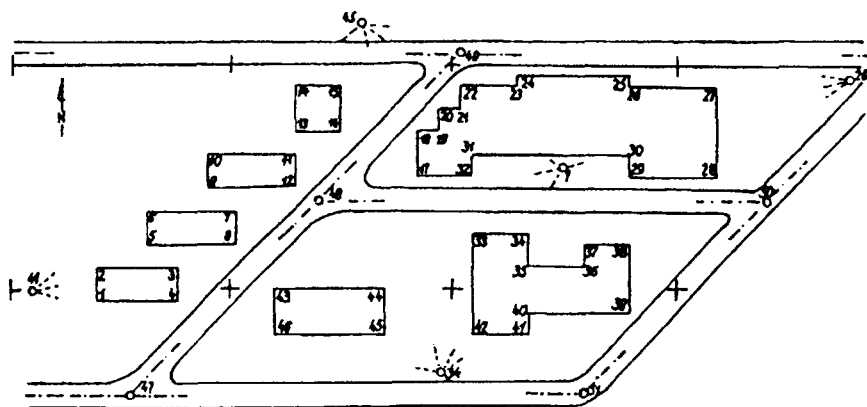
Rys. 1.105. Schemat blokowy programu na wykonanie obliczeń do geodezyjnego opracowania planu zagospodarowania przestrzennego za pomocą maszyny cyfrowej



1.8.3. Geodezyjne opracowanie szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego za pomocą elektronicznych maszyn cyfrowych

Geodezyjne opracowanie szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego wymaga żmudnych obliczeń, w których rezultacie otrzymuje się dane niezbędne przy wyznaczaniu poszczególnych punktów w terenie. Opracowanie to można znacznie ułatwić i przyspieszyć przez zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych.

Dla przykładu na rys. 105 przedstawiono schemat blokowy programu opracowanego przez D. Pisarczyka na maszynie ODRA 1204 w języku MOST. Program ten zawiera: obliczenie rzędnych i odciętych punktów tyczonych od poszczególnych linii osnowy realizacyjnej z elementami potrzebnymi do sporządzania szkicu realizacyjnego, obliczenie współrzędnych biegunowych (kątów i długości promieni wcinających) punktów tyczonych z poszczególnych stanowisk osnowy realizacyjnej oraz rozwiązania wcięcia pojedynczego lub z wyrównaniem dla punktu zagęszczającego osnowę. W programie na opracowanie danych do tyczenia metodą ortogonalną uwzględniono automatyczne sporządzenie szkicu realizacyjnego, który wykonywany jest w przybliżonej skali za pomocą dalekopisu na podstawie danych wyprowadzonych z maszyny na taśmę perforowaną.

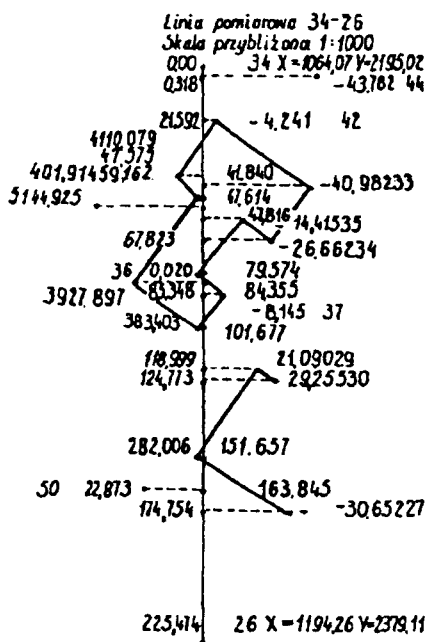


1.106. Fragment planu szczegółowego zagospodarowania terenu

Danymi wejściowymi do maszyny są: dane dotyczące wykreślenia szkicu realizacyjnego (między innymi mianownik skali), maksymalna dopuszczalna rzędna i maksymalny dopuszczalny promień wcinający, współrzędne punktów

tyczonych uporządkowane według wzrastającej ich numeracji, numery i współrzędne punktów osnowy realizacyjnej. Powyższe dane są wspólne (stałe) dla wszystkich metod obliczeń (tyczenia) i mogą dotyczyć całości lub wybranych fragmentów planu. W celu wykonania obliczeń dla metody ortogonalnej należy wprowadzić dodatkowe dane, a mianowicie numery początkowych i końcowych punktów linii pomiarowych.

Omówiony program zastosowano do geodezyjnego opracowania fragmentu szczegółowego planu zagospodarowania terenu, pokazanego na rys. 1.106. Za pomocą maszyny należałoby obliczyć elementy do tyczenia narożnych punktów budynków oraz kilku punktów osi dróg w oparciu o osnowę realizacyjną w postaci czworoboku 26, 34, 41, 45. Przyjęto, że długość rzędnej oraz długość promienia wodzącego nie mogą przekraczać 50 m.



Rys. 1.107. Fragment szkicu realizacyjnego opracowanego na maszynie ODRA 1204

Wyniki obliczeń w ortogonalnej metodzie tyczenia otrzymuje się z maszyny w postaci szkicu realizacyjnego, sporządzonego na dalekopisie. Szkic taki dla linii pomiarowej 34—26 pokazany jest na rys. 1.107. Linie ciągłe łączące na szkicu odpowiednie tyczone punkty, zgodnie z rys. 1.107, dające kontury projektowanych budynków zostały wykreślone przez kreślarza; maszyna ich nie wykonuje.

Wyniki obliczeń dla biegunowej metody tyczenia otrzymuje się z maszyny w postaci tablicy dla każdego bieguna (stanowiska). W tabeli 1.11 zestawione są takie dane dla punktu nr 41 osnowy. Dla każdego tyczonego punktu leżącego w zasięgu promienia (w naszym przykładzie 50 m) w kolejności wzrastających numerów, maszyna podaje: kąt biegunowy, odległość (długość promienia) oraz azymut. Wielkości kątowe podane są w gradach.

Szkic realizacyjny sporządzony automatycznie dla metody ortogonalnej może być wykorzystany do kontroli opracowania. Ewentualne pomyłki w danych wejściowych są łatwe do wykrycia przez stykowe porównanie szkicu wykonanego na kalce technicznej z odpowiednim fragmentem projektu. Zaletą przedstawionej metody jest również możliwość sporządzenia szkiców dokumentacyjnych w dowolnym czasie po wykonaniu obliczeń. Wystarcza do tego już tylko dalekopis i taśma perforowana z wynikami obliczeń, względnie połączenie dalekopisowe z ośrodkiem obliczeniowym.

Tabela 1.11

Współrzędne biegunowe punktów, stanowisko nr 41, $X = 1100,0$; $Y = 2010,00$

Numer punktu	Kąt	Odległość	Azymut	Uwagi
45	0,0000	190,877	57,5598	
1	52,9538	30,414	110,5136	
2	21,9569	31,623	79,5167	
34	54,6510	188,476	112,2108	

W opracowaniu tyczenia metodą biegunową kontrole elementów kątowych stanowią azymuty. Oczywiście i w tej metodzie pewne usługi oddaje szkic realizacyjny, który jednakże przynajmniej w przedstawionym tu programie – nie jest sporządzany automatycznie. Całkowite geodezyjne przygotowanie tyczenia może być wykonane szybko za pomocą maszyny elektronicznej, nawet dla dużego zespołu obiektów w czasie kilku godzin.

1.8.4. Ogólne uwagi o projektowaniu i realizacji pionowego ukształtowania terenów budowlanych w miastach

Jednym z ważnych problemów technicznych, którego znaczenie szczególnie wzrosło przy wprowadzeniu nowoczesnych metod i technologii w budownictwie

oraz skoncentrowaniu przedsięwzięć inwestycyjnych na stosunkowo dużych obszarach jest projektowanie i realizacja pionowego ukształtowania terenów. Naturalna rzeźba terenów przeznaczonych do zabudowy z reguły nie odpowiada zamierzeniom inwestycyjnym i dlatego wymaga odpowiedniego przekształcenia. Zagadnienie to staje się ważne zwłaszcza na terenach rozległych placów budów, jakimi dziś są na przykład tereny nowo projektowanych osiedli mieszkaniowych. Roboty ziemne związane z przekształceniem rzeźby terenu stanowią w budownictwie ważną pozycję, jeśli chodzi o zaangażowany do ich wykonania sprzęt, środki transportu i siłę roboczą. W związku z tym zagadnienia związane z prawidłowym projektowaniem ukształtowania terenów przeznaczonych pod budownictwo, jak i opracowania mające na celu znalezienie najbardziej optymalnych rozwiązań, a tym samym uzyskania tak zwanego minimum robót ziemnych, stają się problemami dużej wagi.

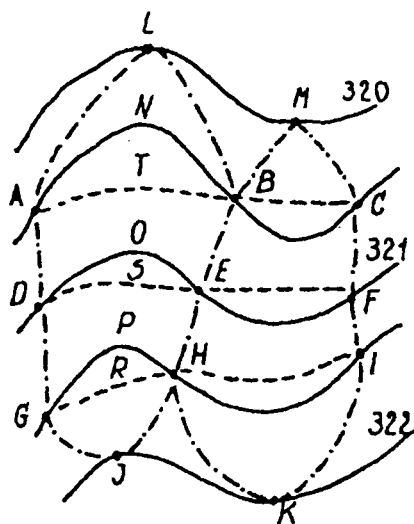
Dotychczas stosowane metody projektowania nowego ukształtowania terenów polegają na obliczaniu wielkości mas ziemnych pomiędzy nowoprojektowanym a istniejącym ukształtowaniem terenu metodą kolejnych przybliżeń.

Dla zaprojektowanego przebiegu nowej powierzchni oblicza się wielkości mas ziemnych wykopów i nasypów. Dąży się do tego, aby wielkości nasypów i wykopów były równe, a ich różnica zwana bilansem robót ziemnych, wyniosła zero. Jeśli różnica pomiędzy uzyskanymi wielkościami mas nasypów i wykopów jest zbyt duża, wprowadza się korektę do projektowanego ukształtowania terenu i ponownie oblicza się bilans mas ziemnych. Kolejne korekty wprowadzane są tak długo, aż uzyska się wynik równoważny dla wielkości mas ziemnych nasypów i wykopów. Ewentualnie też, gdy nie można uzyskać zerowego bilansu, przewiduje się dowóz względnie wywóz mas ziemi środkami transportowymi, ale powoduje to znaczny wzrost kosztów robót ziemnych. Z uwagi na dużą pracochłonność przedstawionej tu metody projektowania, rezygnuje się na ogół ze znalezienia najbardziej optymalnego rozwiązania, to jest z uzyskania zerowego bilansu mas przy założeniu minimalnych robót ziemnych, co powinno stanowić regułę prac projektowych. Niezachowanie tej reguły powoduje konieczność wykonywania na terenie budowy dodatkowych i zbędnych robót ziemnych. Warto również zaznaczyć, że zagadnienia związane z projektowaniem ukształtowania terenu i obliczenia wielkości robót ziemnych obejmują oprócz budownictwa mieszkaniowego również i inne rodzaje prac, jak na przykład projektowanie i realizację dróg, kolei i lotnisk, boisk sportowych, zakładów przemysłowych, zapór wodnych, portów itp.

W projektowaniu pionowym terenów chodzi więc o znalezienie najlepszego, najbardziej optymalnego rozwiązania ukształtowania terenu, właściwego i prawidłowego przebiegu tras komunikacyjnych, usytuowania budynków oraz o zapewnienie właściwego odpływu wód deszczowych i doprowadzenie terenu budowy oraz jego otoczenia do estetycznego wyglądu.



W budownictwie często zachodzi potrzeba przekształcenia istniejącego ukształtowania terenu i zastąpienia go płaszczyzną lub zespołem płaszczyzn. Wówczas w przypadkach tych projektowanym płaszczyznom narzuca się szereg warunków ograniczających, dotyczących m.in. bilansu mas ziemnych, maksymalnych i minimalnych pochyłeń, wysokości, kierunku spływu wód powierzchniowych itd. W tych przypadkach jedną z często stosowanych metod projektowania pionowego jest metoda warstwicowa. Metoda ta polega na przedstawieniu projektowanego ukształtowania terenu za pomocą warstw projektowych. Jeżeli powierzchnia topograficzna terenu ograniczonego warstwami 320 i 322 (rys. 1.108) ma być przekształcona na płaszczyznę o zadanym nachyleniu, wówczas warstwy projektowane będą liniami prostymi i równoległymi. Po wykonaniu projektowanych robót ziemnych warstwy będą miały przebieg zaznaczony na rysunku liniami kreskowymi, w odróżnieniu od warstw oznaczonych linią ciągłą, a określającą wyjściową powierzchnię topograficzną. Linie przecięcia się płaszczyzny projektowanej z terenem będą tzw. liniami zerowymi, czyli takimi, w których nie ma wykopu ani nasypu (na rysunku - - -). Część terenu znajdująca się po lewej stronie rysunku tworzy wykop, ponieważ nowe (kreskowane) warstwy są powyżej warstw pierwotnych. Ziemia z wykopu ma być przeniesiona na prawo, gdzie utworzy nasyp (nowe warstwy leżą niżej pierwotnych). Przyjmując, że wykop bierze swój początek w punktach J i L, a nasyp w punktach K i M, objętość wykopu ograniczonego linią LBHJGA obliczamy w dwóch etapach.



Rys. 1.108. Projektowanie pionowe metodą warstwicową

Najpierw obliczamy objętość bryły ograniczonej od góry terenem pierwotnym, a od dołu płaszczyzną poziomą na wysokości 320 m. Następnie obliczamy objętość bryły ograniczonej od dołu płaszczyzną poziomą na wysokości 320 m, a od góry płaszczyzną projektowaną (wyznaczoną warstwicami kreskowanymi). Różnica tych dwóch objętości jest wielkością wykopu. Do obliczenia objętości posługujemy się wzorem przybliżonym

$$V = d \frac{p_1 + p_2}{2},$$

w którym p_1 i p_2 oznaczają powierzchnie skrajnych przekrojów, natomiast d odstęp między przekrojami.

Za pomocą planimetru obliczamy powierzchnie: LBHJGA, NBHJGA, OEHJGD i PHJG. Objętość pierwszej bryły obliczamy z wzoru

$$V_1 = 0,5 \left(\frac{LBHJGA + NBHJGA}{2} + \frac{NBHJGA + OEHJGD}{2} + \right. \\ \left. + \frac{OEHJGD + PHJG}{2} + \frac{PHJG}{2} \right)$$

Objętość drugiej bryły (pomiędzy płaszczyzną poziomą na wysokości 320 m a płaszczyzną projektowaną) znajdujemy w ten sam sposób, używając powierzchni: LBHJGA, TBHJGA, SEHJGD i RHJG.

Dla terenów falistych, względnie górskich, można korzystać również z bardziej skomplikowanych powierzchni. W tym zakresie opracowane są wzory dla projektowania form terenowych w formie powierzchni matematycznych metodami analitycznymi. Stosuje się również wykorzystanie do tych obliczeń elektronicznych maszyn cyfrowych. Zarówno w tradycyjnym, jak i numerycznym projektowaniu pionowym istotną rolę odgrywa rzeźba terenu. W przypadku pierwszym informacje dotyczące rzeźby terenu przedstawione są w postaci graficznej (np. mapy warstwiczne, profile itp.) lub analitycznej (np. rzędne terenu w wierzchołkach siatek geometrycznych). W przypadku drugim, to jest w przypadku zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych, wymagane są informacje o terenie w postaci analitycznej umożliwiającej obliczenie rzędnej terenu w dolnym punkcie o znanych współrzędnych płaskich x i y . Funkcję takiej informacji spełniają numeryczne modele terenu umożliwiające rozwiązanie różnorodnych zadań projektowych metodami numerycznymi. Jednym z takich wstępnych zadań jest obliczenie rzędnych terenu w wierzchołkach dowolnie zaprojektowanych siatek geometrycznych. W ten sposób zakodowane



informacje terenu mogą być wykorzystane między innymi do projektowania niwelet tras oraz płaszczyzn i powierzchni. W procesie projektowania pionowego metodami numerycznymi zwykle narzucane są liczne warunki ograniczające, jak np. zachowanie zadanych minimalnych i maksymalnych pochyłeń podłużnych i poprzecznych, minimalna lub maksymalna długość odcinków o ustalonym pochyleniu, optymalny bilans mas ziemnych, optymalne wpisanie niwelety lub powierzchni w teren itp. Jak widać z powyższego w większości są to ograniczenia natury geometrycznej. Zatem w procesie projektowania niwelet, płaszczyzn i powierzchni metodami numerycznymi istniejącą rzeźbę terenu jak też projektowaną niweletę, płaszczyznę lub powierzchnię przedstawia się za pomocą określonego zbioru rzędnych (najczęściej w punktach przecięcia się specjalnie zaprojektowanych siatek geometrycznych) tak, aby element projektowany spełnił z góry zadane warunki.

W przypadku urozmaiconej rzeźby do opracowania form terenowych można również stosować metody stereofotogrametryczne. Warto przy tym zaznaczyć, że im bardziej skomplikowana jest forma powierzchni, tym większe trudności mamy w jej realizowaniu, zwłaszcza uwzględniając wykonanie robót ziemnych za pomocą sprzętu mechanicznego. Z tych też przyczyn, o ile to jest możliwe, staramy się przy pionowym projektowaniu terenów bloków budowlanych stosować jak najprostsze formy powierzchni. W szczególności należy zwrócić uwagę na maksymalne dostosowanie projektu do istniejącej rzeźby terenu oraz uwzględnianie ochrony naturalnych warunków środowiska. Przekształcenie pionowe terenu powinno być dokonywane tylko tam, gdzie jest to niezbędne.

Ważnym problemem jest również odpowiednie zdjęcie, zabezpieczenie, a później ponowne wykorzystanie warstwy ziemi urodzajnej, tak zwanego humusu, zdjętej z terenów budowlanych. Zagadnienia te stają się bardzo aktualne w dobie obecnej, w której człowiek walczy o zachowanie naturalnego środowiska w jakim żyje.

1.9. Inwentaryzacja architektoniczno – budowlana*

Inwentaryzacja budowlana to sporządzenie takiej dokumentacji (rysunki, zdjęcia, opisy), która przedstawia aktualny stan obiektu.

Jedyną drogą do uzyskania takich informacji o obiekcie, by można było tę dokumentację sporządzić jest pomiar wszystkich niezbędnych cech geometrycznych (długości, kąty, różnice wysokości) elementów składających się na obiekt budowlany. W rozdziale tym omawia się klasyczną formę inwentaryzacji z pominięciem, coraz częściej stosowanych metod fotogrametrii naziemnej.

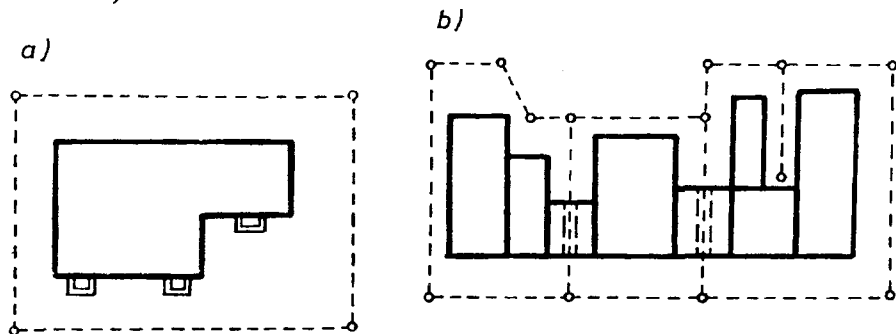
*Opracował dr inż. Tadeusz Kośka.

W rozdziale 1.6 omówiono podstawowe zasady pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych wykonywanych podczas inwentaryzacji obiektów budowlanych. Należy pamiętać, że pozostaje jeszcze w sferze zainteresowania inwentaryzatora wiele elementów takich jak inwentaryzacja szczegółowa: stolarka (okna, drzwi), instalacje wewnętrzne, rozwiązania konstrukcyjne, materiały użyte do budowy, malowidła, pokrycia więźba dachowa itd.

Należy podkreślić ogromną wagę zdjęć fotograficznych wykonywanych podczas inwentaryzacji. Zdjęcie fotograficzne jest obiektywnym zapisem fotografowanej przestrzeni, aczkolwiek wielu wypadkach bardzo zniekształcającym cechy geometryczne fotografowanych elementów, ale dającym dokumentalny zapis wzajemnego usytuowania inwentaryzowanych elementów. Dlatego zaleca się wykonywanie możliwie dużej ilości zdjęć fotograficznych podczas pomiarów inwentaryzacyjnych obiektów badanych. Pozwoli to uniknąć wielu błędów podczas wykonywania dokumentacji inwentaryzowanego obiektu zwłaszcza podczas wykonywania rysunków elewacji, przekrojów (widoków) jak również przy wykonywaniu rysunków detali konstrukcyjnych i detali wystroju wnętrz lub zdobień elewacji.

1.9.1. Pomiary sytuacyjne

Klasyczna inwentaryzacja architektoniczno – budowlana sprowadza się do pomiaru szczegółów. Musi zatem opierać się na geodezyjnej osnowie pomiarowej, którą stanowi zespół punktów trwale stabilizowanych (paliki drewniane, rurki i kolce metalowe lub zwykłe gwoździe) z reguły na zewnątrz obiektu (osnowa zewnętrzna). Dla obiektów wolno stojących jest to najczęściej układ czterech punktów (rys. 1.109a) na których mierzymy kąty poziome oraz długości linii między tymi punktami. Dla zespołu obiektów (budynki w pierzei ulicy, kwartał budynków), osnowa pomiarowa składa się z wielu punktów (rys. 1.109b).



Rys. 1.109. Przykłady osnowy zewnętrznej do inwentaryzacji obiektów budowlanych: a) sieć czteropunktowa, b) sieć wielopunktowa

Architectural site plan of a residential block. The plan shows three buildings labeled Nr 5, Nr 7, and Nr 9, and a parking lot labeled 'm - II'. The plan includes dimensions, area calculations, and street names: ul. Koscielna, uliczka j. bruk, and ul. 24. A north arrow is present.

Dimensions and Area Calculations:

- Top Boundary (ul. 24):**
 - Segment 1: $6.76 \times 0.95 = 6.42$
 - Segment 2: $11.11 \times 1.21 = 13.44$
 - Segment 3: $15.77 \times 1.62 = 25.55$
 - Segment 4: $21.30 \times 2.67 = 56.87$
 - Total: $6.42 + 13.44 + 25.55 + 56.87 = 102.28$
- Right Boundary (uliczka j. bruk):**
 - Segment 1: $4.56 \times 1.62 = 7.39$
 - Segment 2: $4.56 \times 1.62 = 7.39$
 - Segment 3: $4.56 \times 1.62 = 7.39$
 - Segment 4: $4.56 \times 1.62 = 7.39$
 - Total: $7.39 + 7.39 + 7.39 + 7.39 = 29.56$
- Bottom Boundary (ul. Koscielna):**
 - Segment 1: $6.40 \times 0.87 = 5.57$
 - Segment 2: $6.37 \times 1.05 = 6.69$
 - Segment 3: $6.10 \times 0.87 = 5.30$
 - Segment 4: $6.10 \times 0.87 = 5.30$
 - Total: $5.57 + 6.69 + 5.30 + 5.30 = 22.86$
- Left Boundary (ul. Koscielna):**
 - Segment 1: $7.13 \times 0.87 = 6.20$
 - Segment 2: $7.10 \times 0.87 = 6.18$
 - Segment 3: $7.10 \times 0.87 = 6.18$
 - Segment 4: $7.10 \times 0.87 = 6.18$
 - Total: $6.20 + 6.18 + 6.18 + 6.18 = 24.74$

Area Calculations:

- Building Nr 5:** $11.11 \times 1.21 = 13.44$
- Building Nr 7:** $15.77 \times 1.62 = 25.55$
- Building Nr 9:** $21.30 \times 2.67 = 56.87$
- Parking Lot (m - II):** $4.56 \times 1.62 = 7.39$

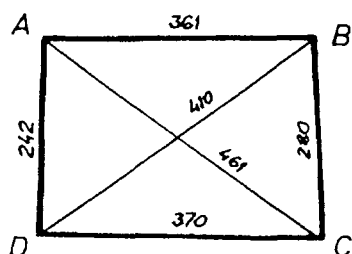
Other Dimensions:

- Top-left corner: 0.00 to 0.00
- Top-right corner: 0.00 to 0.00
- Bottom-left corner: 0.00 to 0.00
- Bottom-right corner: 0.00 to 0.00

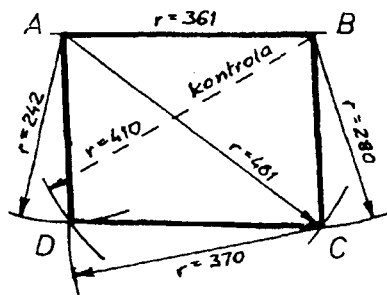
Przy wykonywaniu inwentaryzacji obowiązuje generalna zasada, że tylko wykonany pomiar i zapisane na szkicach i w dziennikach pomiarowych wyniki pomiarów opisują obiekt, a nie wyobrażenie i „chciejstwo” inwentaryzującego dostarcza informacji o obiekcie. Po wykonaniu inwentaryzacji obrysu

wyznaczamy grubość murów metodą bezpośredniego pomiaru taśmą lub linijką przez otwory okienne lub drzwiowe. Lokalizacja zaś tych otworów następuje miarami bieżącymi wzdłuż obrysu budynku. Należy zwrócić uwagę, że występuje istotna różnica notacji wyników na szkicach połowych miar bieżących. Geodeci i mierniczowie zapisują jak na rys. 1.110 natomiast architekci i budowniczowie zgodnie z zaleceniami norm branżowych w postaci tzw. ciągów wymiarowych (patrz rys. 1.116). Obie formy są równo prawne, choć należy zalecać, by podczas inwentaryzacji jednego obiektu stosować konkretnie jedną lub drugą formę zapisu wyników pomiarów.

Przystępując do pomiarów we wnętrzu budynku dla sporządzenia rzutów kondygnacji, należy ustalić przebieg płaszczyzny rzutów. Generalnie przyjmuje się że płaszczyzna rzutów poziomych przebiega na wysokości 1 m nad podłogą, a zatem na tej wysokości należy wykonywać pomiary wielkości liniowych i kątowych.

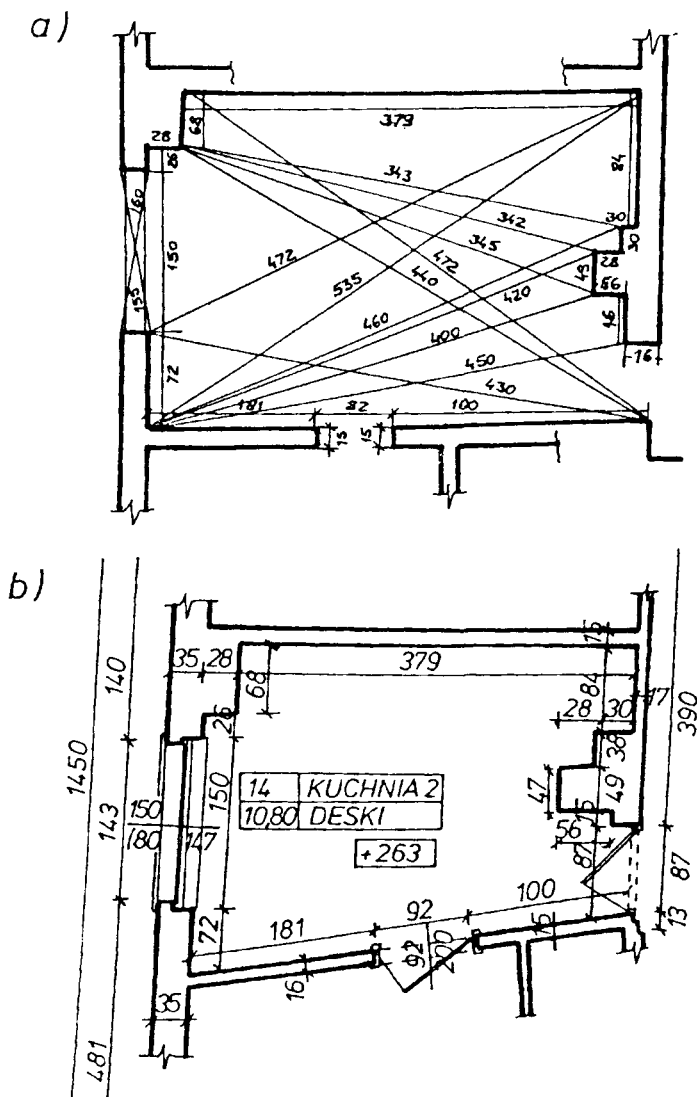


Rys. 1.111. Szkic inwentaryzacyjny pomieszczenia

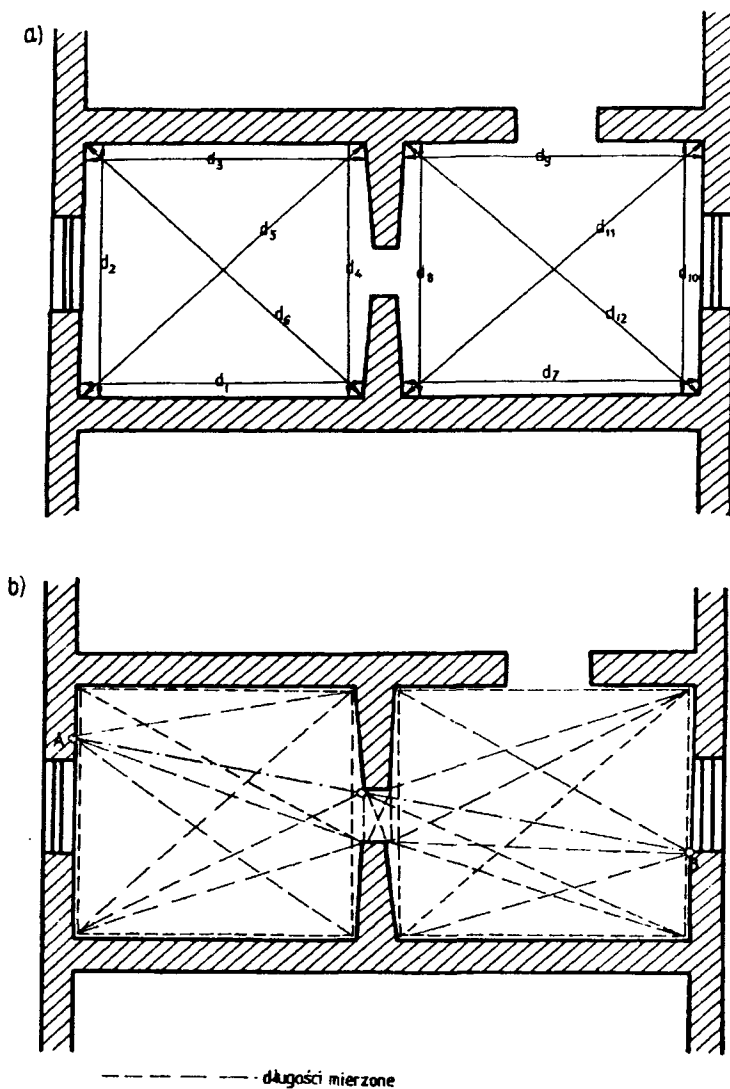


Rys. 1.112. Sposób konstruowania rzutu pomieszczenia (w kolejności boków AB, BC, AC, AD, CD) ze sprawdzeniem pomiarów i konstrukcji rzutu za pomocą przekątnej BD

Jest oczywistym, że tylko trójkąt jest płaską figurą geometryczną, którą zawsze jedno i jednoznacznie można odwzorować znając długości jej boków (rys. 1.111 i 1.112) Zatem można powiedzieć, że klasyczna metoda inwentaryzacji budowlanej obiektów zasadza się na pomiarze długości boków maksymalnej ilości trójkątów na jakie można podzielić inwentaryzowane pomieszczenia w przekroju leżącym 1 metr nad podłogą tego pomieszczenia.



Rys. 1.113. Przykład pomiaru dla prawidłowego przedstawienia kształtu pomieszczenia w rzucie: a) szkic pomiaru, b) rzut w skali



Rys. 1.114. Przykład inwentaryzacji dwóch sąsiednich pomieszczeń: a) bez wspólnej bazy pomiarowej, b) ze wspólną bazą pomiarową (linia AB)

Zwraca się szczególną uwagę na to, że pomierzenie znacznej liczby długości w jednym pomieszczeniu choć praco i czasochłonne, pozwala w momencie sporządzania rzutu tego pomieszczenia w skali na prawidłowe przedstawienie kształtu tego pomieszczenia w rzucie (rys. 1.113). Istotną rolę odgrywa także pobranie miar by następowała możliwość powiązania rzutów sąsied-

1 Kuchnia
podłoga z desek

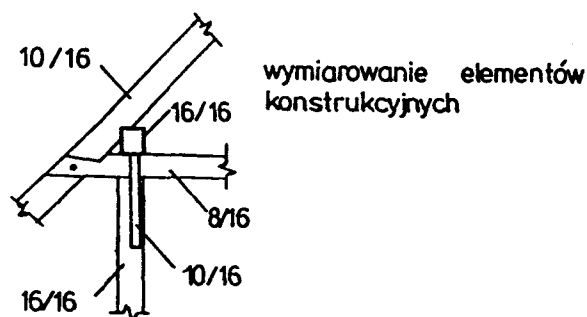
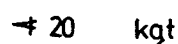
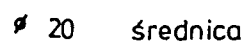
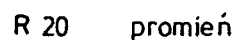
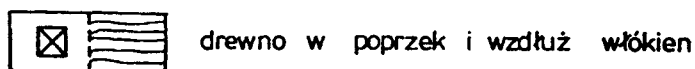
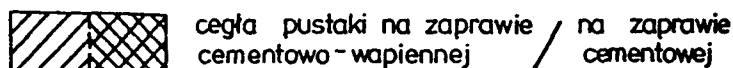
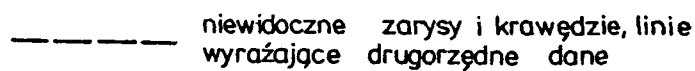
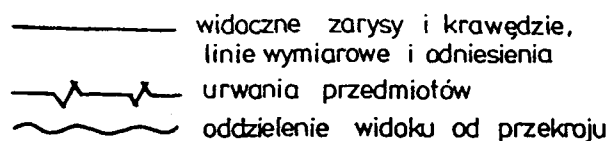
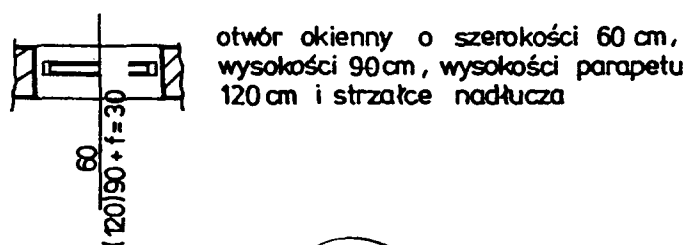
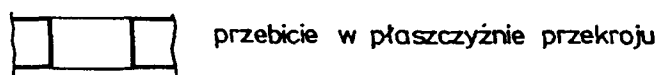
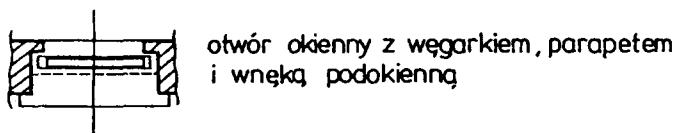
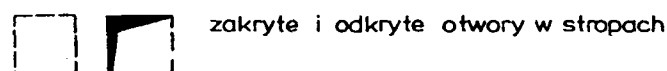
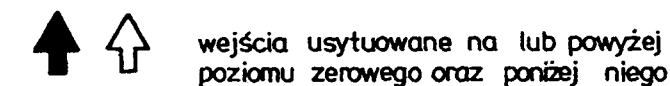
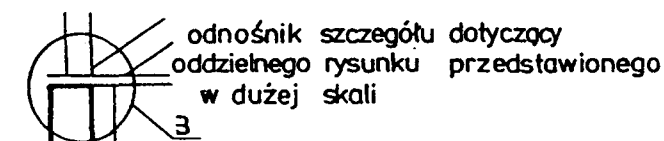
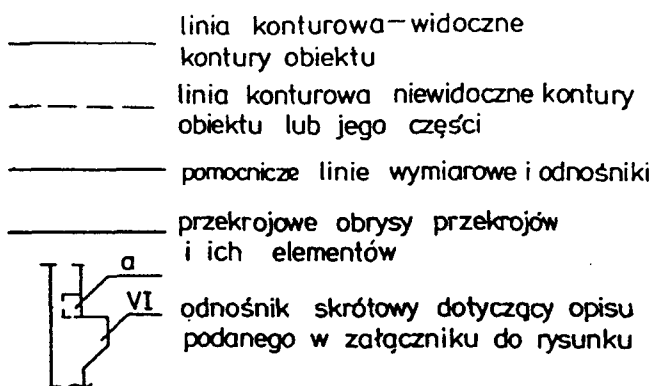
Stąd zaleca się stosowanie tzw. miar wiążących (tworzenie pomiarowej bazy wewnętrznej). Na rys. 1.114b z punktu A poprowadzono linię pomiarową do punktu B. Mimo, że **B** nie jest punktem charakterystycznym przekroju drugiego pomieszczenia to mierzone wielkości a_1 i a_2 jednoznacznie lokalizują go na ścianie, a pomierzone długości d_1, d_2, d_3 i d_4 z całą pewnością poprawnie opiszą położenie punktów K, L, M i N, które na rzucie obydwu pomieszczeń przekażą istotną informację jaką stanowi grubość ściany dzielącej te dwa pomieszczenia. Wewnętrzną bazę pomiarową dla dwu sąsiednich pomieszczeń może stanowić

odcinek pomierzony (przez otwór drzwiowy między tymi pomieszczeniami) tak, by bezpośrednio połączyć punkty narożne sąsiednich pomieszczeń (odcinek CD rys. 1.114b). Podczas wykonywania pomiarów inwentaryzacyjnych na szkicu (rys. 1.115) muszą pojawić się informacje nie tylko o wymiarach w przekroju poziomym ale także wszystkie pozostałe (zwymerowanie stolarki okiennej i drzwiowej, wymiary charakteryzujące sklepienia, luki w ościeżach, opis podłóg itd), by wielokrotnie nie wracać do tego samego pomieszczenia w celu pozyskania wszystkich niezbędnych informacji o nim. Unika się w ten sposób sporządzania wielu szkiców dla tego samego pomieszczenia lub zespołu pomieszczeń a w konsekwencji unika się rozproszenia informacji, możliwości różnego ich interpretowania, opuszczenia lub wręcz zagubienia.

Niedopuszczalne jest rysowanie, wymiarowanie i opisywanie elementów nie stwierdzonych i nie pomierzonych w naturze (np. ław fundamentowych bez wykonania wykopów, warstw podłogowych i stropowych bez wykonania odkrywek, za wyjątkiem miejsc odsłoniętych np. przy spocznikach itp.). Na rysunkach należy zaznaczyć wszystkie stałe elementy wyposażenia wnętrza np. piece, kuchnie stałe, wazy, wanny itp. Każde pomieszczenie powinno być pomierzone tak, by przy użyciu linijki, podziałki i cyrkla możliwe było rozrysowanie w oparciu o miary zapisane na szkicach. W tym celu mierzymy wszystkie długości ścian, zaznaczając i domierzając otwory okienne i drzwiowe, uskoki muru, wnęki, występy kominowe itp. oraz mierząc przekątne i wszystkie inne odległości (patrz rys. 1.115) tak by można wiernie przedstawić nie tylko wymiary ale i kształt pomieszczenia w rzucie.

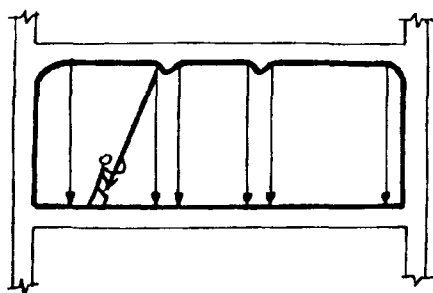
Na szkicach zapisujemy również funkcję pomieszczenia (kuchnia, pokój itd.) oraz opisujemy wierzchnią warstwę podłogi. Na sporządzanych rzutach w skali, pomieszczenia winny być ponumerowane. Przyjmuje się zasadę, że numeracja pomieszczeń na rzucie jest zgodna z ruchem wskazówek zegara – z pierwszą cyfrą: 0 – piwnice, 1 – parter, itd.) Na rzutach należy wyrysować również wszystkie bruzdy, wnęki i występy znajdujące się poniżej i powyżej płaszczyzny przekroju oraz otwory w stropach i podłogach. Podczas pomiaru należy zwrócić uwagę na kierunki otwierania drzwi i okien, zapisać to na szkicach a następnie pokazać na rzutach (patrz rys. 1.125 – 1.126). Podczas inwentaryzacji zwraca się uwagę, mierzy i zapisuje na szkicach widoczne styki ścian i ścianek działowych o charakterze wtórnym, zamurowań otworów, otwory wtórnie przebite, braki powiązania murów lub odsłonięte warstwy i elementy konstrukcyjne. Te informacje należy pokazać na rzutach, przekrojach lub elewacjach z odnośnikiem do opisu inwentaryzacji. Obowiązuje zróżnicowane oznaczenie materiałów budowlanych wg Polskiej Normy (zbiór norm pt. „Rysunek techniczny budowlany”) a w przypadku braku oznaczenia w normie stosuje się własne oznaczenia wg zamieszczonej legendy.

NIEKTÓRE OZNACZENIA STOSOWANE NA RYSUNKACH TECHNICZNYCH



Na rysunku 1.116 pokazano niektóre oznaczenia stosowane na szkicach i rysunkach technicznych (rzuty, przekroje).

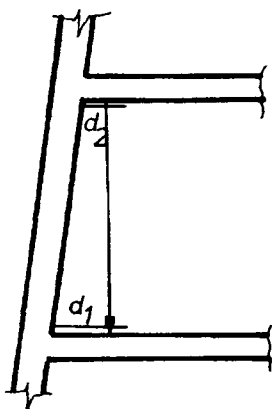
Podczas inwentaryzacji obowiązuje również pomiarzenie wielkości liniowych lokalizujących elementy wystroju wnętrz (fasety, ozdoby sufitowe, łuki sklepień itd.) stąd potrzeba posłużenia się tyczką i pionem sznurkowym (nie zawsze dysponujemy drabiną) w celu dokonania rzutowania na podłogę punktów narożnych lub skrajnych tych elementów wystroju. Zaznaczone na podłodze rzutowane punkty zaznacza się kredą lub ołówkiem a następnie domierza do charakterystycznych, a wcześniej już zamierzonych punktów dla sporządzenia rzutu pomieszczenia (rys. 1.117).



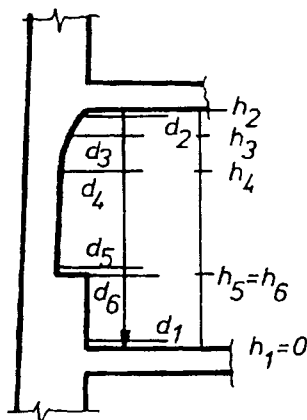
Rys. 1.117. Rzutowanie punktów elementów wystroju wnętrza za pomocą tyczki i pionu sznurkowego na płaszczyznę podłogi

Pion sznurkowy znajduje zastosowanie przy wyznaczaniu wychyleń ścian. Zasadę pomiaru wychyleń ściany pokazano na rys. 1.118, gdzie wielkości d_1 i d_2 mierzone są linijką. Różnica $\Delta = d_1 - d_2$ jest miarą wychyleń ściany w badanym przekroju. Należy zauważyć, że wychylenie może być w kierunku na zewnątrz budynku lub do jego wnętrza (dla ścian zewnętrznych). W przypadku ścian wewnętrznych trudno jest mówić o kierunku na zewnątrz – do wnętrza, a zatem nie można podać reguły, że wychYLENIA obliczone wg podanej formuły, gdy posiada znak „+” to Stąd precyzyjne zapisanie na szkicu kierunku stwierdzonego wychyleń jest gwarantem poprawnie sporządzonego przekroju przez budynek lub budowlę.

Idea pomiaru pokazana na rys. 1.118 może być wykorzystana nie tylko do wyznaczenia wychyleń od pionu, ale również do zainwentaryzowania uskoków i krzywizn w przekroju badanym (rys. 1.119) przy czym $\Delta_i = d_1 - d_2$ jest miarą odchyłki badanych punktów od linii pionu poprowadzonej przez punkt dolny badanego przekroju. Jest oczywiste, że należy pomierzyć odcinki h_i , by zlokalizować na jakiej wysokości nad podłogą leżały punkty przekroju dla którego wyznaczono odchyłki od pionu.



Rys. 1.118. Zasada pomiaru wychylenia ściany w przekroju

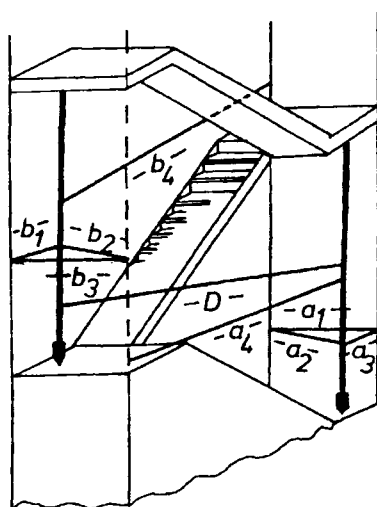


Rys. 1.119. Wyznaczanie kształtu w przekroju badanym metodą stałej prostej

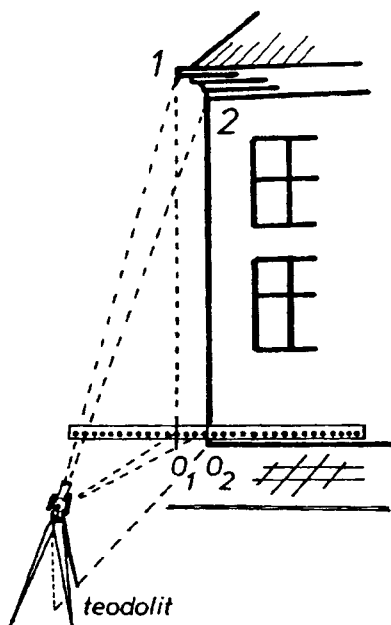
Kolejne zastosowanie pionu sznurkowego to odrzutowanie co najmniej dwóch punktów kondygnacji wyższej na kondygnację niższą po to, by sporządzając przekroje można było powiązać informacje o położeniu elementów pokazanych na rzutach kolejnych kondygnacji. Do zawieszenia pionów wykorzystujemy klatki schodowe, kominy wentylacyjne itp., a w przypadku gdy nie ma możliwości zawieszenia pionu tak by bezpośrednio z kondygnacji na kondygnację dokonać rzutowania punktów, wówczas dokonujemy rzutowanie etapami na półpiętrze mierząc odległości linii pionu od charakterystycznych (najczęściej naroża) punktów rzutów kondygnacji sąsiednich i między pionami. Takie postępowanie (rzutowanie etapami) jest w niektórych przypadkach (stare piwnice bez włączów z zewnątrz i bez okien, oraz strychy i poddasza bez okien) jedynym sposobem na powiązanie rzutów kondygnacji w celu sporządzenia przekrojów (rys. 1.120).

Bardzo często, zwłaszcza podczas inwentaryzowania elewacji, nie ma możliwości bezpośredniego pomiaru (brak dostępu, znaczne wysokości) odległości poziomych między punktami. W takim przypadku stosujemy metodę rzutowania przy zastosowaniu teodolitu i łąty ułożonej poziomo. Ustawiamy teodolit w takiej odległości by swobodnie można było celować na punkty leżące wysoko. Łatę układamy poziomo bezpośrednio przy elewacji. Po spoziomowaniu instrumentu celujemy na punkt inwentaryzowany, a następnie opuszczamy lunetę celując na łatę. Kreską pionową krzyża nitkowego lunety wykonujemy odczyt na łącie (rys. 1.121).

Celowanie i rzutowanie powtarzamy dla całej serii punktów inwentaryzowanych a odczyty zapisujemy w dzienniku (rys. 1.122).



Rys. 1.120. Przykład „rzutowania etapami” dla powiązania rzutów kolejnych kondygnacji

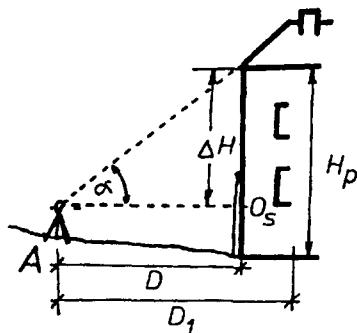


Rys. 1.121. Zasada pomiaru metodą rzutowania

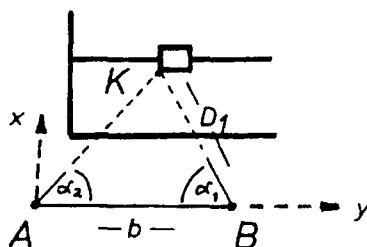
Nr pkt.	Odczyt z kąty			Odległość $O_1^{sr} - O_i^{sr}$	Kąt pionowy									
	KL	KP	O_{sr}		O_{KL}			O_{KP}			α_{sr}			
					o	'	''	o	'	''	o	'	''	

Rys. 1.222. Dziennik pomiaru metodą rzutowania

Ponieważ pomiar winien być wykonany dwukrotnie (w dwóch położeniach instrumentu) niezbędne jest prowadzenie szkicu z numeracją punktów, by powtarzając pomiar celować na te same punkty, na które celowano przy pierwszym położeniu teodolitu. Uśrednione odczyty z dwóch położen instrumentu wolne są od wpływu błędów geometrycznych osi teodolitu, a różnice między tymi odczytami są miarą odległości poziomych między punktami na które celowano. Należy zauważyć, że punkty niedostępne inwentaryzowane metodą rzutowania winny otrzymać swą lokalizację w pionie, czyli mówiąc prosto, należy określić ich wysokość nad przyjęty poziom odniesienia.



Rys. 1.123. Pomiar różnicy wysokości elementów budynku metodą trygonometryczną



Rys. 1.124. Kątowe wcięcia w przód (rzut z góry)

Z rysunku 1.123 widać, że:

$$H_p = O_s + \Delta H_i$$

gdzie: $\Delta H_i = D \operatorname{tg} \alpha_i$

D — odległość teodolitu od elewacji,

α_i — kąt pionowy,

O_s — odczyt na łacie ustawionej pionowo przy poziomej osi celowej instrumentu.

Zatem należy przystępując do wyznaczania odległości poziomych między punktami niedostępnymi metodą rzutowania pomierzyć odległość D , wykonać odczyt kreski środkowej na łaćce ustawionej pionowo na punkcie o zadanej wysokości, a następnie po wycelowaniu na inwentaryzowany punkt wykonać odczyt z koła podziałowego pionowego, po zapisaniu którego wykonać rzutowanie i odczyt z łąty ułożonej poziomo.

Określenie wysokości punktu niedostępnego według schematu pokazanego na rys. 1.123 jest niemożliwe, gdy punkt nie leży w płaszczyźnie pionowej odległej od teodolitu o stwierdzonej wielkości D (punkt K leżący na kominie). W takim przypadku niezbędne jest dokonanie kąтового wcięcia w przód. Obieramy w terenie dwa punkty A i B tak by z obu punktów niedostępny punkt K był widoczny (rys. 1.124). Mierzmy odległość b między punktami A i B . Na punktach A i B mierzymy kąty poziome α_1 i α_2 oraz kąty pionowe do punktu K (należy również wykonać odczyty na łątę przy poziomej osi celowej jak dla schematu rys. 1.123). Po obliczeniu kątów poziomych, z formuły:

$$(X_K, Y_K) = \left| \begin{array}{cc} X_A & Y_A \\ -1 & \operatorname{ctg} \alpha_2 \end{array} \right| \left| \begin{array}{cc} X_B & Y_B \\ 1 & \operatorname{ctg} \alpha_1 \end{array} \right| \quad (1,2)$$

gdzie: $X_B = 0, Y_B = 0$

$X_A = 0, Y_A = b$ – lokalny układ współrzędnych

będzie:

$$X_K = \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha_1 + \operatorname{ctg} \alpha_2} \text{ oraz } Y_K = \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha_1 - \operatorname{ctg} \alpha_2}$$

lub wprost

$$Y_K = X_K \operatorname{ctg} \alpha_2$$

czyli określimy współrzędne X i Y punktu K w lokalnym układzie współrzędnych. Korzystając ze wzoru na odległość punktów, których współrzędne znamy

$$D_1 = \sqrt{(X_K - X_A)^2 + (Y_K - Y_A)^2}$$

otrzymamy odległość poziomą od stanowiska do punktu niedostępnego. Teraz realizacja formuły 1 jest możliwa.

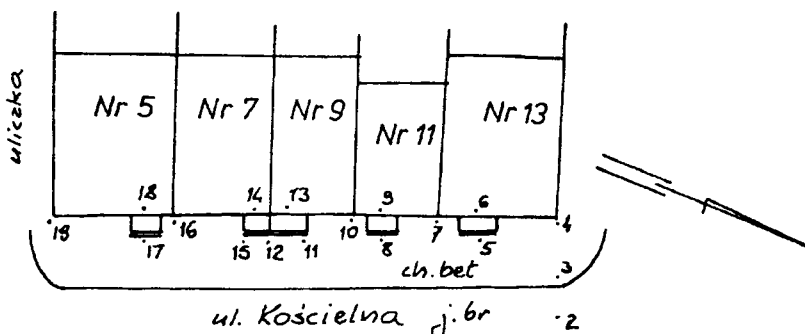
Metoda wcięć kątowych pozwala opisać położenie punktu wcinanego parą współrzędnych X, Y . Zatem widać, że mając współrzędne punktów niedostępnych, wyrażone w jednym (lokalnym) układzie współrzędnych, można

(wg formuły 3) obliczyć odległości między punktami niedostępnymi (gzymsy, kalenice, rozstaw kominów i ich wymiary, naczółki itd.).

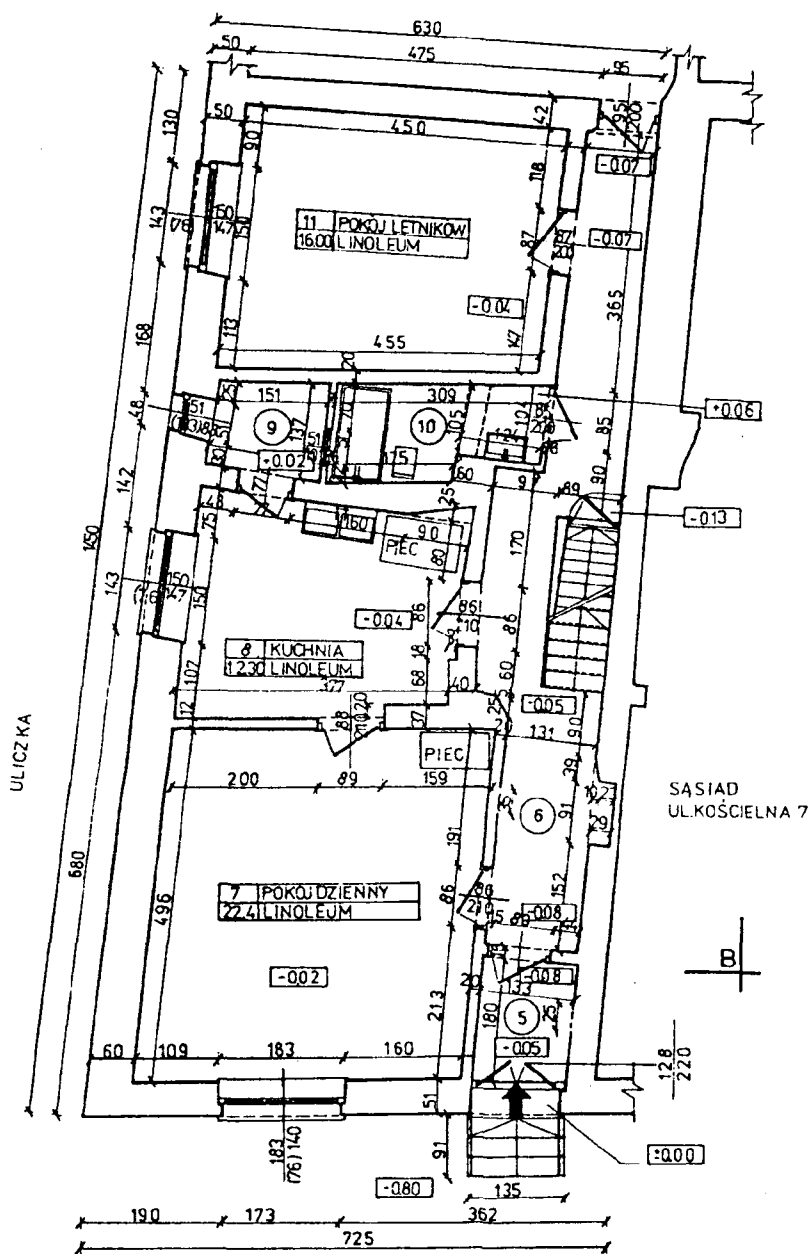
Prawidłowo wykonany pomiar, prawidłowo prowadzone szkice i opisy, bez dodatkowych wizji, ogłędzin i pomiarów uzupełniających, pozwalają sporządzić dokumentację rysunkową (rzuty, elewacje, przekroje inwentaryzowanego obiektu. Przykład dokumentacji rysunkowej z wykonywanej inwentaryzacji budynku w ramach praktyk studenckich przedstawiono na rys. 1.125 – 1.130.

1.9.2. Pomiary wysokościowe

W celu sporządzenia pełnej dokumentacji inwentaryzowanej budowli, należy wykonać niwelację wybranych punktów na zewnątrz obrysu budowli, jak również należy wykonać pomiar różnic wysokości między kondygnacjami i innymi elementami konstrukcyjnymi (spoczniki schodów, podciągi itp.) wewnątrz budowli. Wykonując pomiar na zewnątrz budynku łąta ustawiona jest przy narożach obrysu budynku, przy wejściach, na progu wejść do budynku i w innych charakterystycznych punktach (uskoki terenu przy budynku, podjazdy, pochylenie, rampy). Pomiar ten wykonujemy po to, by sporządzając rysunki elewacji, pokazać na tych rysunkach nie tylko elewację, lecz również to, jak układa się teren przy budynku (por. rys. 1.128 – elewacja boczna). Pomiary niwelacyjne na zewnątrz budynku wykonujemy w nawiązaniu do sieci reperów osnowy wysokościowej, by pomierzonym punktom można było przypisać wysokości w obowiązującym układzie odniesienia. Należy zwrócić uwagę na to, by choć jeden punkt konstrukcji budynku był zaniwelowany tak by utrzymał rzędną wysokości w układzie miasta, osiedla itp. Przyjmuje się, że tym punktem winien być próg głównego wejścia do budynku, gdyż najczęściej on definiuje tzw. zero budynku i w nawiązaniu do niego wykonywane są pomiary wysokościowe wewnątrz budynku. Można powiedzieć, że próg głównego wejścia staje się reperem roboczym pomiarów wysokościowych wykonywanych wewnątrz.



Rys. 1.131. Szkic niwelacji punktów na zewnątrz budynków



5 PRZEDŚIONEK
2.20 LASTRIKO

6 KORYTARZ
5.60 LASTRIKO

9 SPIZARKA
1.9 POSADZKA BETONOWA

10 WC-KAZIENKA
3.60 TERAKOTA

UL. KOSCIELNA

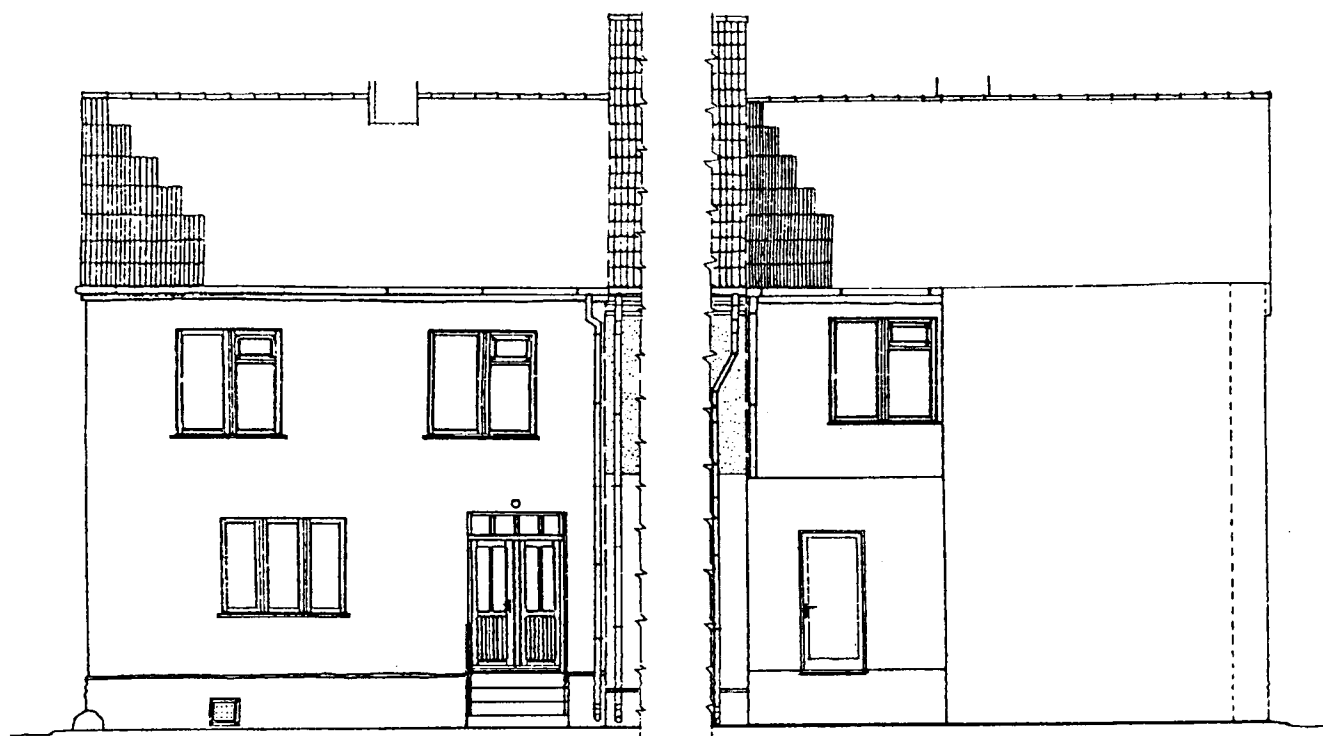
0 1 2 3 4 5m



POLITECHNIKA ŁÓDZKA	TEMAT INWENTARYZACJA BUD UL. KOŚCIELNA NR 5
WYKONALI: 1. IWONA ZNANIEGA 2. ROBERT JASTRĘBSKI 3. PAWEŁ SKRZYPIEC 4. DARIUSZ JAKUBIEC	NAZWA RYSUNKU RZUT PARTERU
DATA LIPIEC 88	SKALA 1:50
NR ARCH.	NR. RYS.

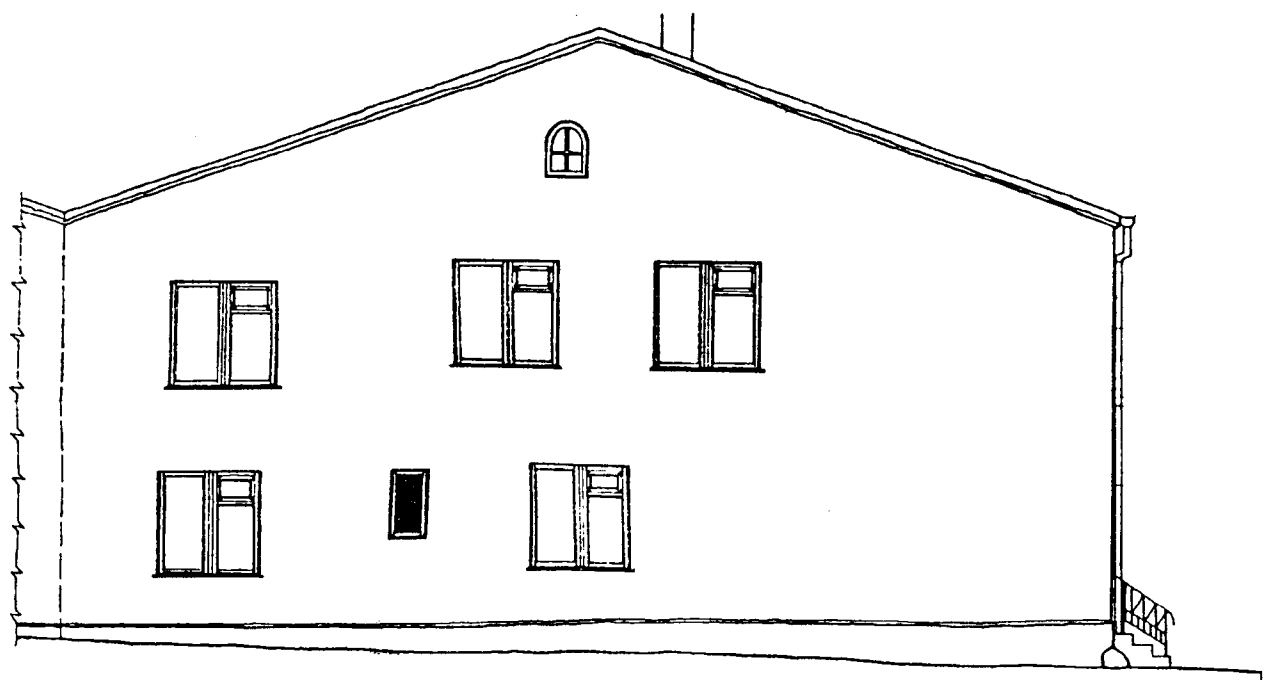
Rys. 1.125. Rzut parteru





ELEWACJA FRONTOWA

ELEWACJA TYLNA

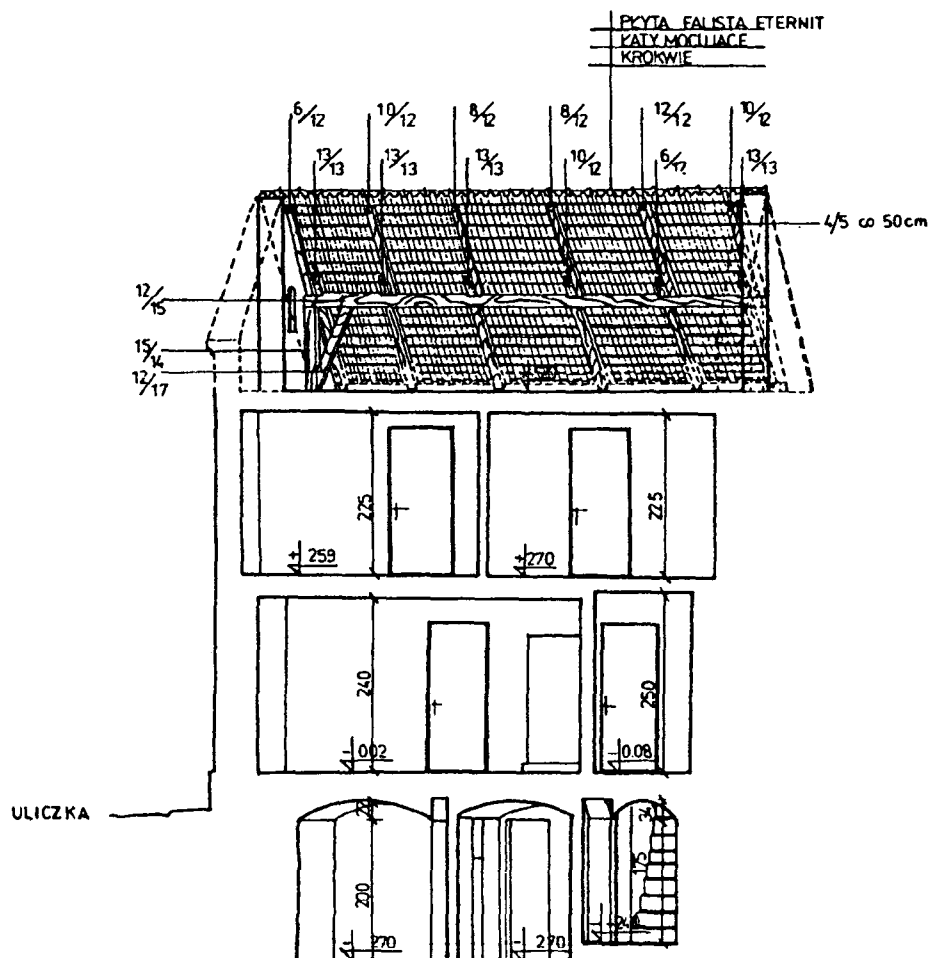


ELEWACJA BOCZNA

POLITECHNIKA ŁÓDZKA	TEMAT: INWENTARYZACJA BUD. UL. KOŚCIELNA NR 5			
WYKONALI: 1. IWONA ZNANIECKA 2. ROBERT JASTRZEBSKI 3. PAWEŁ SKRZYPIEC 4. DARIUSZ JAKUBIEC		NAZWA RYSUNKU: ELEWACJE		
DATA: LIPIEC 88	SKALA: 1:50	NR ARCHIW.	NR RYS.	



Rys. 1.129. Przekrój podłużny budynku



0 1 2 3 4 5m

POLITECHNIKA ŁÓDZKA	TEMAT: INWENTARYZACJA BUD. UL. KOŚCIELNA NR 5
WYKONALI: 1. MONA ZNANIECKA 2. ROBERT JASTRZĘBSKI 3. PIWEL SKRZYPIEC 4. DARIUSZ JAKUBIEC	NAZWA RYSUNKU: PRZECIĘCIE 3-3
DATA: LIPIEC '88	SKALA: 1:50
NR ARCHIW. NR RYS.	

Rys. 1.130. Przecięcie poprzeczne budynku



Nr sta- nowiska	Ozna- czenie punktów	Odczyty			Odczyty średnie		Wysokość osi celowej	Wysokość punktów		Uwagi i szkice
		wstecz (t _i i t _z)	pośred- nie	w przód (p _i i p _z)	wstecz t _{sr}	w przód p _{sr}		na osi	na po- przeczce	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Z przenies.		x					x	x	x	ul. Kościelna
	Rp 5c	1332			1386		172.012	170.020		
		1380								
	16		1048						170.364	
	17		1060						170.352	
	18		0105						171.307	
	19		0913						171.033	
	p 32			1065				170.848		
				1053		1053				

Rys. 1.132. Fragment dziennika pomiaru wysokościowego

Na rysunku 1.131 pokazano szkic pomiaru wysokościowego inwentaryzowanego fragmentu miasta. Punkty oznaczane numerami 6, 9, 13, 14 i 18 to miejsca ustawienia łąty na progach wejść do budynków. Na rys. 1.132 pokazano fragment dziennika niwelacji punktów (pokazanych na szkicu 1.131) w nawiązaniu do reperu sieci miejskiej (reper 5c).

Wyznaczanie różnic wysokości między elementami konstrukcyjnymi wewnątrz inwentaryzowanej budowli napotyka na wiele utrudnień związanych z ciasnotą, koniecznością wyznaczania nieraz dużych różnic wysokości między punktami, które leżą w bardzo małej odległości poziomej od siebie (punkty na różnych kondygnacjach), niedostępnością punktów (gzymsy, kalenice, kominy) oraz niekorzystnym na ogół przebiegiem celowych w pobliżu konstrukcji lub przeszkód. Wymienione utrudnienia narzucają szczególne wymagania dotyczące techniki pomiarów niwelacyjnych. Należy zwracać uwagę na potrzebę częstego sprawdzania niwelatora, gdyż warunki wykonywania pomiaru zmuszają nas do stosowania zróżnicowanych długości celowych do łąt. Ciasnota miejsca zmusza nieraz do korzystania z bardzo krótkich celowych, przebiegających w różnych ośrodkach, jak też w ciemnych pomieszczeniach zamkniętych. Powoduje to konieczność używania dodatkowego oświetlenia podziału łąty, oraz bardzo umiejętnego doboru instrumentu (nie można stosować starszych typów niwelatorów o zbyt długiej celowej minimalnej), stanowiska instrumentu oraz potrzebę używania libeli dla kontroli pionowego ustawienia łąty. Najwięcej trudności przysparza pomiar różnicy wysokości między kondygnacjami budynku jak również pomiar różnicy wysokości między punktami niedostępnymi (rys. 1.123 i 1.124).

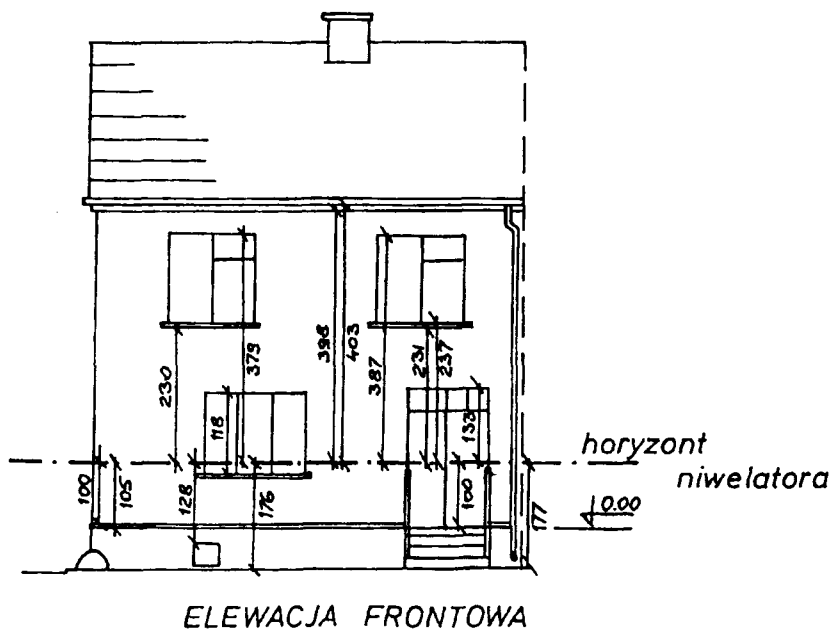
Podczas pomiaru różnicy wysokości między kondygnacjami gdy możemy znaleźć stanowisko instrumentu tak by mierzona różnica wysokości horyzontów niwelatora na dwu sąsiednich stanowiskach nie była większa niż długość łąty (w pomieszczeniach najczęściej używa się łąty o długości 2 metry), to dążymy do wykonania pomiaru metodą ciągu (rozdz. 1.5.6.). Stanowiska niwelatora należy wybierać tak, by pomiar różnicy wysokości między kondygnacjami mógł być wykonany przy minimalnej liczbie stanowisk instrumentu.

Stanowiska niwelatora wybiera się najczęściej na spocznikach klatek schodowych, tak by można było powiązać punkty ciągu przechodzącego przez kolejne kondygnacje z punktami ciągów obejmujących poszczególne kondygnacje. Punktem początkowym ciągu niwelacyjnego jest z reguły punkt progu głównego wejścia do budynku, a więc ten punkt, który posiada wysokość (określoną wcześniej) wyznaczoną podczas pomiarów wysokościowych przeprowadzonych na zewnątrz budynku. Ponieważ w wielu przypadkach istnieje potrzeba ustawienia niwelatora na stopniach biegu schodowego, stąd zaleca się stosowanie do niwelatora statywu o zmiennej długości nóżek.



Ustawienie instrumentu na biegu schodowym wymaga szczególnie ostrożnego przemieszczania się obserwatora wokół instrumentu, jak również ciągłego kontrolowania spoziomowania niwelatora, zwłaszcza podczas pomiaru przy użyciu niwelatora automatycznego (samopoziomującego). W budynku, w którym nie ma klatki schodowej dogodnej do pomiaru, lub gdy liczba stanowisk niwelatora byłaby zbyt duża (np. schody „kręcone”), a istnieje możliwość przeprowadzenia bez przeszkód taśmy swobodnie zwisającej między kondygnacjami, wówczas zaleca się wykonać pomiar różnicy wysokości sposobem omówionym w rozdz. 1.5.6. (por. rys. 1.36).

Niwelator i łąta wykorzystywane są często do pomiaru odległości wzdłuż linii pionu, zwłaszcza gdy dostęp bezpośredni do punktu jest niemożliwy (punkt leży wyżej niż zasięg wyciągniętej ręki stojącego człowieka) lecz możliwe jest przyłożenie stopki odwróconej łąty. Ideę takiego pomiaru przedstawiono na rys. 1.133.



Rys. 1.133. Pomiar odległości w pionie przy użyciu łąty i niwelatora

LITERATURA

- [1] Aparatura elektroniczna do wykrywania i wyznaczania tras instalacji podziemnych rurowych i kablowych „Poltras” (instrukcja obsługi). Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji. Warszawa 1967.
- [2] **Bramorski K., Martusewicz J.**: Ćwiczenia z geodezji miejskiej PWN. Warszawa 1970.
- [3] **Csanda F.**: Wyznaczenie tras i wykrywanie uszkodzeń podziemnych rurociągów kanałów i kabli. WNT. Warszawa 1966.
- [4] **Ehrenfeucht W.**: Miernictwo. Księgarnia K. Wojnara, Warszawa 1917.
- [5] **Galda M.**: Elementy geodezji i miernictwo budowlane. Skrypt Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1979.
- [6] **Galda M., Kujawski E., Przewłocki S.**: Geodezja i miernictwo budowlane. PWN, Warszawa 1979.
- [7] Geodezyjna inwentaryzacja i projektowanie lokalizacji miejskich urządzeń podziemnych i nadziemnych (praca zbiorowa). WCT NOT, Warszawa 1964.
- [8] **Gomoliszewski J., Soltys M.**: Badania nad wyznaczaniem położenia sytuacyjnego przewodów podziemnych przyrządami elektromagnetycznymi „Przegląd Geodezyjny”, nr 9, Warszawa 1966.
- [9] **Gomoliszewski J.**: Kościół Św. Anny w Krakowie. Dokumentacja geodezyjno—inwentaryzacyjna. PPWK, Warszawa 1957.
- [10] **Hlibowicki R., Lang A.**: Geodezja, PWN, Warszawa 1971.
- [11] Instrukcja techniczna o wykonaniu na obszarach miars wyłączonych z województw oraz miast stanowiące powiaty robót geodezyjnych związanych z opracowaniem planów zagospodarowania przestrzennego i planów zagospodarowania przestrzennego i planów realizacyjnych oraz wyznaczenia elementów tych planów w terenie. Ministerstwo Gospodarki Komunalnej. Wydawnictwa Katalogów i Czasopism, Warszawa 1969..
- [12] Instrukcja G—3.4. Inwentaryzacja zespołów urbanistycznych Zespołów zieleni i obiektów architektury. GUGiK, Warszawa 1981.
- [13] Instrukcja C—IV. Geodezyjna inwentaryzacja uzbrojenia terenu. Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Warszawa 1974.
- [14] Informator Branżowego Klubu Techniki i Racjonalizacji — Geodezja, Łódź 1971.
- [15] Instrukcja Techniczna o geodezyjnej inwentaryzacji urządzeń podziemnych i nadziemnych. Ministerstwo Gospodarki Komunalnej. Warszawa 1969.
- [16] Instrukcje obsługi nr 122. Szukacz trasy kabla STU—2. Zakład Elektroniki Górniczej. Tychy.
- [17] **Janecki J.**: Dokładność polskiego wykrywacza urządzeń podziemnych — WIR „Przegląd Geodezyjny”, nr 9, Warszawa 1970.
- [18] **Jasiński R., Kołaczyński G., Żołędziowski S.**: Przegląd elektronowy do inwentaryzacji urządzeń podziemnych zakrytych. „Przegląd Geodezyjny” nr 6. Warszawa 1967.
- [19] **Kamela Cz.**: „Podręcznik miernictwa” PWT, Warszawa cz. I — 1950, cz. II — 1951.



- [20] **Kochmański T.:** Rachunek wyrównawczy. PWSZ, Warszawa 1957.
- [21] **Kwiecień W.:** Wykłady geodezji I. WSI Bydgoszcz 1972.
- [22] **Leśniok H.:** Wykłady z geodezji I. PWN, Warszawa tom I – 1979.
- [23] **Leszkowski G., Hryńczuk J., Kaleczyc Z.:** Lokalizacja uzbrojenia podziemnego za pomocą wykrywaczy elektromagnetycznych. „Przegląd Geodezyjny” nr 9, Warszawa 1969.
- [24] **Napiórkowski Z., Rogowski J., Wołodko Z.:** Zbiór zadań z geodezji i przykłady ich rozwiązań. PWN, Warszawa 1966.
- [25] **Ney B., Pisarczyk D.:** Geodezyjne opracowanie planu generalnego projektu (szczegółowego planu zagospodarowania przestrzennego) za pomocą elektronicznych maszyn cyfrowych. „Przegląd Geodezyjny” nr 5, Warszawa 1973.
- [26] **Odlanicki – Poczobutt M.:** Geodezja. PPWK, Warszawa 1971.
- [27] **Odlanicki – Poczobutt M.:** Geodezja. Podręcznik dla studiów inżyniersko – budowlanych. PPWK, Warszawa 1977.
- [28] **Pachelska S.:** Badania i ocena przydatności niektórych wykonanych w Polsce wykrywaczy urządzeń podziemnych „Przegląd Geodezyjny” nr 5, Warszawa 1970.
- [29] **Piasecki D.:** Optymalne projektowanie pionowe zakładów przemysłowych. Materiały XLIII Konferencji Stowarzyszenia Geodetów Polskich. Opole 1973.
- [30] **Piotrowski J.:** Geodezja. Część I. PWN, Warszawa 1961.
- [31] **Przewłocki S.:** Pomiary inwentaryzacyjne urządzeń podziemnych. Politechnika Łódzka. Łódź 1972.
- [32] **Przewłocki S., Wereszczyński J.:** Miernictwo budowlane, PŁ Łódź 1981.
- [33] Projekt instrukcji o geodezyjnej inwentaryzacji architektury (opracowanie optymalnych technologii inwentaryzacji zabytków) OBW KPG Kraków 1977.
- [34] **Rodzinkiewicz J.:** Tranzystorowy lokalizator ciągów podziemnych typ LR – 1 „Przegląd Geodezyjny” nr 11, Warszawa 1969.
- [35] **Rodzinkiewicz J.:** Instrukcja obsługi i konserwacji lokalizatora ciągów podziemnych typ LR – 3. Zakład Doświadczalny Aparatury Naukowej przy AGH w Krakowie. Kraków 1973.
- [36] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska w sprawie rodzajów i zakresu opracowań geodezyjno – kartograficznych i czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie Dz. U. nr 8 z dnia 19.III.1975 r.
- [37] **Soltys M.:** Wyniki badań doświadczalnych lokalizatora typu LR – 1 „Przegląd Geodezyjny” nr 4, Warszawa 1970.
- [38] **Strzałkowski J.:** Doświadczenia i uwagi z robót geodezyjnie – inwentaryzacyjnych urządzeń podziemnych wykonanych na terenie województwa łódzkiego i miasta Łodzi w latach 1965 – 1969. „Przegląd Geodezyjny” nr 5, Warszawa 1970.
- [39] **Szumski Z., Rolnik E.:** Materiały pomocnicze do ćwiczeń z geodezji i miernictwa budowlanego. PŁ Łódź 1984.
- [40] **Sztukiewicz W.:** Projektowanie i realizacja pionowego ukształtowania terenów budowlanych w miastach „Przegląd Geodezyjny”, Warszawa 1972.
- [41] **Warchałowska – Kietlińska Z.:** Miernictwo na usługach inżynierii. Arkady, Warszawa 1963.
- [42] **Wereszczyński J.:** Ćwiczenia z geodezji. Politechnika Łódzka, Łódź 1970 (skrypt).

- [43] **Wróbel J.:** Pomiary doświadczalne wykonane przy wykrywaniu tras urządzeń podziemnych przyrządem STU – 2. „Przegląd Geodezyjny” nr 1, Warszawa 1970.
- [44] **Zalewski A.:** System automatycznej informacji dotyczących sieci urządzeń podziemnych w miastach. „Przegląd Geodezyjny”, Warszawa 1972.
- [45] Zbiór norm pt. „Rysunek techniczno budowlany”. Wyd. Alfa, 1988.



2. ELEMENTY KARTOGRAFII

2.1. Wprowadzenie

Dla wszystkich dziedzin, którym przypada istotna rola w systemie sterowania i modyfikacji procesów zachodzących w środowisku, jednym z podstawowych zbiorów informacji źródłowej są informacje przestrzenne oraz towarzyszące im informacje opisowe.

Informacje przestrzenne zdefiniować można za J. Gaździckim (1990) jako informacje o położeniu, geometrycznych własnościach i przestrzennych relacjach obiektów, które mogą być identyfikowane w odniesieniu do Ziemi. Należy podkreślić, że w definicji tej pojęcie obiektu jest bardzo szerokie i obejmuje nie tylko trwałe obiekty naturalne i sztuczne, lecz również zjawiska przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne.

Podstawą identyfikacji przestrzennej jest osnowa geodezyjna, czyli usystematyzowany zbiór punktów geodezyjnych, dla których określono matematycznie ich wzajemne położenie i dokładność usytuowania. Osnowa ta, zmateriałizowana w terenie poprzez zbiór znaków geodezyjnych, jest więc, w rzeczy samej, materializacją jednolitego układu współrzędnych geodezyjnych.

Podstawowymi źródłami danych przestrzennych oraz towarzyszących im informacji semantycznych są:

- teren,
- zdjęcia fotogrametryczne i teledetekcyjne.

Dane te mogą być zatem pozyskiwane:

- w drodze pomiarów bezpośrednich,
- metodami i technikami fotogrametrii i teledetekcji.

Podstawowe metody i techniki służące do pozyskiwania takich danych na podstawie obserwacji i pomiaru rzeczywistości zapewnia geodezja.

Metody oraz techniki fotogrametrii i teledetekcji pozwalają zaś na pozyskiwanie informacji o rzeczywistości na podstawie zarejestrowanego jej modelu. Metody te nierzadko wzajemnie się uzupełniają, a zakres ich zastosowania zależy od wielu czynników.

Pozyskane w ten sposób dane pozwalają sporządzić przetworzone modele rzeczywistości geograficznej, z których najefektywniejszym jest mapa.

W tabeli 2.1 zilustrowano postać i sposób zapisu danych przestrzennych, w zależności od źródła pozyskiwania informacji.

T a b e l a 2.1

Źródło danych		Rodzaj źródła	Postać danych	Zapis danych
Teren		Rzeczywistość	Cyfrowa Analogowa	Wektorowy Rysunkowy
Zdjęcia i dane fotogrametryczne i teledetekcyjne		Zarejestrowany model	Analogowa Cyfrowa	Obrazowy Rastrowy
Mapa	graficzna	Model przetworzony	Analogowa	Rysunkowy Obrazowy
	numeryczna		Cyfrowa	Wektorowy Rastrowy

Źródło: J. Gaździcki: Systemy informacji przestrzennej P.P.W.K. Warszawa 1990.

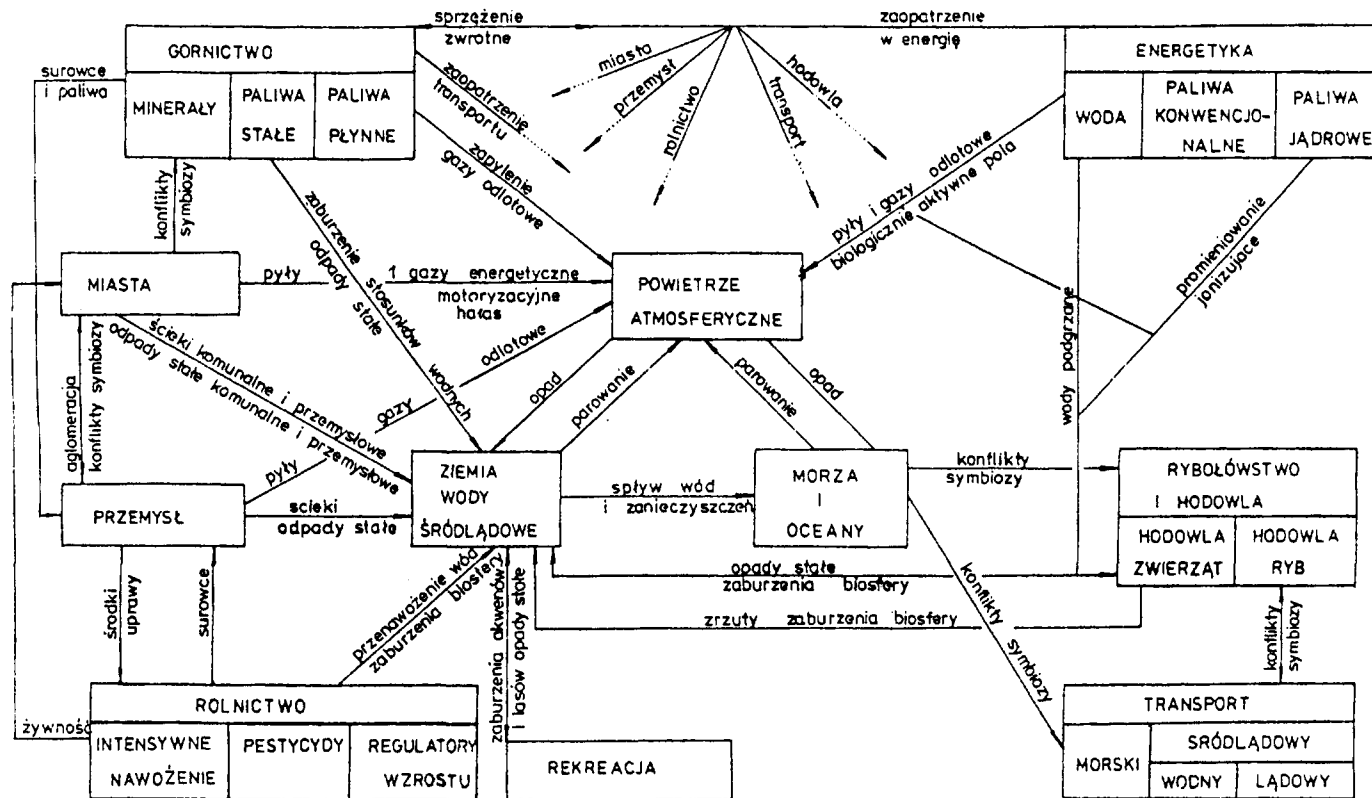
W rozdziale niniejszym omówiono trzecie z wymienionych źródeł danych przestrzennych i towarzyszących im informacji opisowych, potrzebnych dla szeroko pojętych działań technicznych, planistycznych oraz zarządzania i gospodarowania terenami. W kolejnych podrozdziałach przedstawiono istotę mapy, klasyfikację map według kryterium treści, zasygnalizowano problematykę map tematycznych oraz scharakteryzowano wybrane mapy, sporządzane dla obszaru całego kraju, czyli mapy topograficzne i mapę zasadniczą.

W dalszej kolejności omówiono ewidencję gruntów i budynków, księgi wieczyste i miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego — widziane jako prowadzone dla całego kraju aktualizowane systematycznie zbiory informacji o terenie, których mapa jest integralnym elementem umożliwiającym jednoznaczną identyfikację przestrzenną danych opisowych. Wprowadzając pojęcie mapy numerycznej zwrócono wreszcie uwagę na nowe źródło danych przestrzennych i opisowych, (budowane na podstawie omówionych wcześniej zbiorów takich danych), jakimi staną się w niedalekiej przyszłości, informatyczne systemy informacji o terenie.

2.2. Związki mapy z inżynierią środowiska

Pojęcie „inżynierii środowiska” przyjęło się w literaturze polskiej na początku lat siedemdziesiątych.





Rys. 2.1. Schemat powiązań naturalnych elementów środowiska z elementami antropogenicznymi (wg T. Winnickiego)

Nie ma odpowiednika w nazewnictwie obcym (angielskim, francuskim, niemieckim, rosyjskim), gdzie podobny zakres zainteresowań badawczych i działań praktycznych kryje się pod nazwą „ochrony środowiska”.

Pierwszą nowoczesną formą realnych działań na rzecz ochrony środowiska, podbudowaną osiągnięciami myśli filozoficznej racjonalistów francuskich XVIII wieku oraz inspirowaną bezpośrednio szokiem spowodowanym rozwojem przemysłu, był w XIX wieku ruch na rzecz ochrony przyrody. Środowisko ulega ciągłym przemianom, a decydującym, aktywnym czynnikiem tych przemian jest człowiek.

Na rysunku 2.1 przedstawiono za T. Winnickim schemat powiązań naturalnych elementów środowiska z elementami antropogenicznymi. Przedstawiony na rysunku schemat ujmuje tylko czynniki najbardziej konfliktogenne i tylko najistotniejsze powiązania. Powstała sieć jest bardzo gęsta i daje obraz złożoności tego układu.

Wskazuje, iż działalność człowieka ukierunkowana na zaspokojenie jego stale rosnących potrzeb bytowych i społecznych wywołuje negatywne skutki w środowisku, prowadzące do jego skażenia, a w skrajnych przypadkach do zniszczenia niektórych jego składników.

Można więc przyjąć za W. Goetlem, iż środowisko to system współdziałających zjawisk przyrodniczych i antropogenicznych*, ukształtowany wskutek procesów naturalnych i działalności ludzkiej, stanowiący o warunkach bytowania człowieka i życia organicznego, oraz o dynamice zmian w obrębie obiektów przyrody nieożywionej i techniki.

Rozpatrując środowisko z punktu widzenia stopnia przekształceń antropogenicznych St. Leszczyński wyróżnił trzy jego rodzaje:

1) środowisko naturalne (przyrodnicze) – obejmujące obszary chronione ze względu na walory przyrodnicze, nieużytki naturalne i części wód powierzchniowych,

2) środowisko przekształcone (geograficzne) – obejmujące obszary rolne, leśne, rekreacyjne oraz część lądowych wód powierzchniowych,

3) środowisko sztuczne (miejsko – przemysłowe) – obejmujące obszary intensywnie zagospodarowane, centra aglomeracji, strefy zurbanizowane, obszary infrastruktury technicznej oraz obszary nieużytków poprzemysłowych.

Stopień przekształceń antropogenicznych uwidacznia się w występujących na określonych obszarach zmianach rzeźby terenu, dewastacji gleb, flory, fauny itp. Jednak zanieczyszczenia powietrza i wód, hałas, wibracje, promieniowanie

*Antropogeniczne: zjawiska na powierzchni Ziemi powstałe bezpośrednio wskutek działalności ludzkiej (np. kamieniołomy, hałdy) lub pośrednio w wyniku zakłócenia równowagi w przyrodzie i w rezultacie procesów dewastacyjnych (np. przez wylesienie).

elektromagnetyczne itp. rozchodzące się również na zewnątrz, powodują degradację środowiska na obszarach o niskim stopniu przekształceń antropogenicznych.

Obecne wielostronne obserwacje naszej planety dają podstawę do stwierdzenia, iż środowisko naturalne na Ziemi praktycznie prawie nie istnieje, istnieje natomiast jedynie środowisko antropogeniczne. Stwierdzenie to było załącznikiem wyłonienia się działań, a następnie ukształtowania się systemów filozoficznych i rozwiązań technicznych dotyczących ochrony przyrody, rozbudowanych później w kompleksowy system ochrony środowiska.

Relacje zachodzące między społeczeństwem a środowiskiem, w aspekcie przemian występujących we wszystkich jego elementach, stanowią przedmiot wielostronnych badań naukowych. Pewna grupa nauk staje się wiodąca. Uwzględnia to opracowany według St. Leszczyńskiego i M. Stankiewicza schemat (rys. 2.2) interakcji człowiek – środowisko. W schemacie tym występuje także „inżynieria środowiska”.

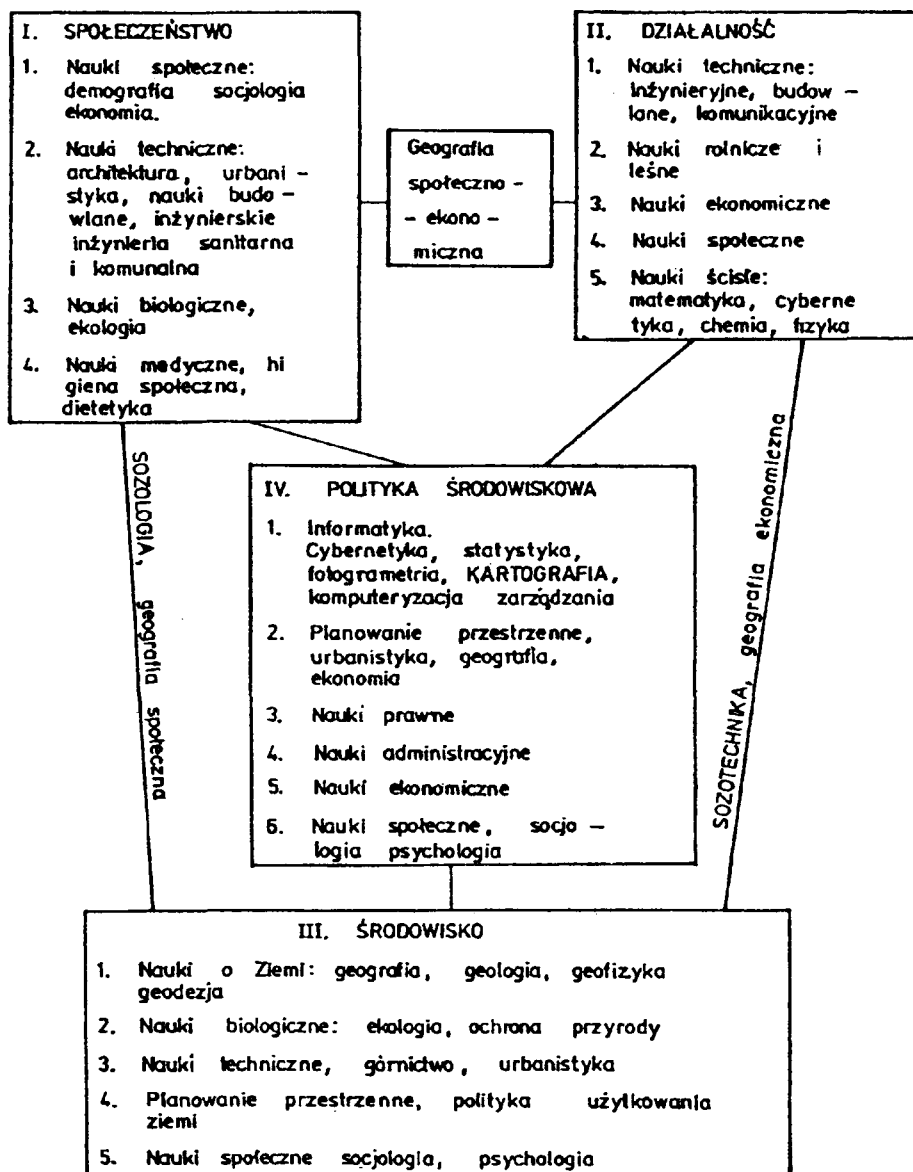
Inżynieria Środowiska jest wiedzą i umiejętnością obejmującą inżynierskie metody ochrony i kształtowania środowiska, a w szczególności działalności produkcyjnej i bytowej człowieka.

Wyodrębnia się w dyscyplinę autonomiczną z pogranicza doświadczeń inżynierii oraz nauk przyrodniczych i humanistycznych. Jej cechą konstytutywną jest inżynieria, a cechami dopełniającymi wszystkie dziedziny pokrewne wiążące się z ochroną i kształtowaniem środowiska. Przypada jej istotna rola w systemie sterowania i modyfikacji procesów zachodzących w środowisku.

Do głównych zadań inżynierii środowiska należy prowadzenie kompleksowych badań oraz stosowanie praktycznych rozwiązań technicznych w szczególności w zakresie:

- wykorzystania bioinżynierskich metod do odbudowy zdewastowanych zasobów wodnych,
- technologii oczyszczania wody i ścieków bytowych i poprodukcyjnych,
- zagospodarowania i utylizacji odpadów użytkowych i osadników ściekowych,
- oczyszczenia powietrza wentylującego pomieszczenia i usuwanego do atmosfery,
- ochrony przed hałasem, wibracją i promieniowaniem jonizującym,
- rekultywacji gleb, zagospodarowania i rekultywacji terenów przemysłowych,
- rejestracji i badania transportu i przemiany zanieczyszczeń w środowisku,
- określenia dynamiki zmian środowiska pod wpływem czynników antropogenicznych,

- tworzenie dynamiki zmian środowiska pod wpływem czynników antropogenicznych,
- tworzenia zasad kontroli stanu środowiska.



Rys. 2.2. Schemat interakcji człowiek — środowisko (wg St. Leszczyńskiego i M. Stankiewicza)

Zakres działań i realizacja celów inżynierii środowiska obejmuje zatem w całości problematykę techniczną: inżynierii środowiska oraz inżynierii komunalnej. Obejmuje ponadto wybrane zagadnienia wchodzące w zakres:

- planowania przestrzennego ,
- urbanistyki i architektury,
- budownictwa,
- fizyki,
- chemii,
- biologii,
- mechaniki,
- geotechniki,
- geodezji i kartografii.

Bazą dla inspiracji inżynierii środowiska są także rezultaty badań wielu innych nauk uwzględnionych w schemacie 2.2, szczególnie z dziedziny nauk o Ziemi i nauk przyrodniczych.

Dla rozwiązywania zadań inżynierii środowiska niezbędne jest przede wszystkim rozpoznanie elementów przyrodniczych i antropogenicznych oraz związków i relacji zachodzących między tymi elementami, tworzących łącznie system zwany środowiskiem. Potrzeby informacyjne dotyczą między innymi:

- charakterystyki warunków fizjograficznych oraz poszczególnych rodzajów zjawisk i procesów przyrodniczo – geograficznych i wzajemnych ich powiązań,
- charakterystyki poszczególnych zjawisk i procesów społeczno – gospodarczych o złożonym charakterze i zróżnicowanym układzie strukturalnym,
- charakterystyki elementów stanu zagospodarowania przestrzennego wraz z zainwestowaniem inżynieryjno – gospodarczym.

Rozpoznanie poszczególnych elementów składowych środowiska oraz opis relacji między nimi zachodzących jest przedmiotem wielu dziedzin i dyscyplin naukowych.

Krąg tych dyscyplin naukowych zarysowany już został na schemacie interakcji człowiek – środowisko przedstawionym na rys. 2.2.

Każda z tych nauk posługuje się swoistym aparatem badawczym i sposobem opracowania i prezentacji wyników badań.

Mnogość i różnorodność informacji o środowisku wymaga takiego ich przedstawienia, by istniała możliwość prawidłowego odczytania wyników przez wszystkich zainteresowanych. Taką możliwość daje przede wszystkim kartograficzny sposób przedstawiania wyników badań, czyli mapa.

Spośród wymienionych w schemacie 2.2 nauk, z których dorobku czerpie inżynieria środowiska, uwypukla się w tym aspekcie geodezja i kartografia przedstawiająca wyniki swoich badań głównie za pomocą mapy.

Wymienić tu należy w pierwszym rzędzie sporządzane przez służby geodezyjne i kartograficzne dla potrzeb gospodarki narodowej mapę zasadniczą i mapy topograficzne (patrz rozdz. 2.7 i 2.5).

Są one nośnikiem wielu usystematyzowanych merytorycznie i przestrzennie informacji niezbędnych dla rozwiązywania zadań inżynierii środowiska. Analiza bezpośrednia map topograficznych umożliwia, jak wykazuje K. Michalik, m. innymi:

- określenie przestrzennego zróżnicowania środowiska geograficznego pod względem przyrodniczym i społeczno – gospodarczym,
- analizę niektórych elementów środowiska, ich charakterystykę oraz charakter związków między tymi elementami a działalnością człowieka,
- ogólną ocenę przydatności terenów dla różnych form ich wykorzystania,
- podział przestrzeni geograficznej na regiony jednorodne z punktu widzenia wybranych cech np. gęstości osiedli, linii komunikacyjnych, sieci hydrograficznej,
- ocenę spadków rzeźby terenu,
- ocenę stanu zasobów naturalnych,
- ocenę stopnia przekształceń i zniszczeń środowiska.

Mapa zasadnicza umożliwia pozyskiwanie szczegółowych informacji dla inżynierii środowiska, m.in. w zakresie:

a) badania i ochrony powietrza przed zapyleniem i zanieczyszczeniem przemysłowym – gdyż zawiera w swej treści położenie sytuacyjno – wysokościowe zakładów przemysłowych: usytuowanie kominów wolnostojących, rodzaj, ilość i wielkość budynków mieszkalnych bez podłączeń gazowych, rodzaj, ilość i wielkość budynków mieszkalnych wokół źródeł zanieczyszczeń,

b) badania i ochrony powietrza na trasach, ulicach o intensywnym ruchu przed wylotami spalin – gdyż zawiera położenie sytuacyjno – wysokościowe arterii drogowych i ulic, rodzaj nawierzchni, rodzaj komunikacji, położenie sytuacyjne terenów PKP, wielkość i charakter zabudowy przy głównych ciągach ruchu przelotowego i miejskiego, lokalizację zielonych pasów ochronnych,

c) badania i ochrony przed zanieczyszczeniem przemysłowym i ściekami miejskimi wód powierzchniowych, cieków i wód stojących – gdyż zawiera położenie sytuacyjno – wysokościowe stawów, zbiorników wodnych, rzek, kanałów otwartych i studni, kierunki przepływu wody w rzekach i kanałach otwartych, powierzchnie stawów i otwartych zbiorników wodnych, szerokości rzek i kanałów otwartych, obszary bez kanalizacji i wodociągów w pasach ulic i poza nimi,

d) ochrony użytków rolnych, ogrodniczych i zieleni miejskiej – gdyż zawiera rodzaj i sposób użytkowania terenów rolnych i ogrodniczych, charakter i rodzaj zieleni miejskiej wysokiej i niskiej, położenie terenów zniszczonych w wyniku

czynnego działania przemysłu, wymagających rekultywacji, np. hałdy, wyrobiska piasku, zwirownie, wyeksploatowane kopalnie gliny, zapadliska itp.,

e) walki z hałasem — gdyż zawiera położenie lotnisk, tras PKP i ich odległość od zabudowy mieszkalnej, rodzaje tras komunikacyjnych, rodzaje nawierzchni ulic, odległości od linii zabudowy, pasy ochronne zieleni,

f) zwalczania uciążliwości wysypisk śmieci i odpadów przemysłowych — gdyż zawiera usytuowanie wysypisk w granicach administracyjnych miast, składowiska odpadów na terenach zakładów przemysłowych, rodzaj, ilość i wielkość stref zabudowy oraz ich odległości od źródła zagrożenia, rodzaje wód stojących, rzek i studni oraz ich odległości od źródła zagrożenia.

Zakres informacji możliwy do pozyskania z mapy zasadniczej i map topograficznych jest jednak dalece niewystarczający w świetle potrzeb informacyjnych inżynierii środowiska.

Właściwe kształtowanie i użytkowanie środowiska, szczególnie na terenach gdzie nasilenie działalności gospodarczej człowieka prowadzi do wyraźnych przekształceń, wymaga oceny stopnia przeobrażeń tego środowiska, inwentaryzacji wszelkich źródeł zagrożeń oraz oceny skuteczności podjętych działań ochronnych, zapobiegawczych i rekultywacyjnych.

Istotną rolę w tym zakresie spełniają mapy tematyczne.

Dla celów kartograficznej prezentacji zjawisk, będących w tym zakresie przedmiotem zainteresowania inżynierii środowiska, niezbędny jest zasób informacji, który według M. Stankiewicza winien obejmować:

1) w zakresie zjawisk negatywnych

- źródła i przyczyny ich występowania,
- drogi i sposoby ich przenoszenia się,
- wielkość lub stopień natężenia,
- przestrzenny zasięg ich oddziaływania,
- skutki oddziaływania na środowisko geograficzne.

2) w zakresie zjawisk pozytywnych

- formy rehabilitacji środowiska przyrodniczego,
- system prawnej ochrony środowiska.

Omawiając problematykę map tematycznych należy wyróżnić dwie strony tego zagadnienia, a mianowicie:

1) problematykę pozyskiwania, przetwarzania, gromadzenia i udostępniania danych źródłowych,

2) problematykę klasyfikacji i przetwarzania danych źródłowych dla celów kartograficznych oraz wyboru metod prezentacji kartograficznej.

Problemy związane z organizacją i prowadzeniem badań nad środowiskiem pozostają poza sferą działania kartografii i należą z jednej strony do różnych dyscyplin naukowych, z drugiej zaś do różnych jednostek badawczych,

wyspecjalizowanych służb administracji państwowej oraz służb i jednostek badawczych poszczególnych resortów. Problemy te warunkują jednak powstawanie określonych map, jak również stosowanie właściwych metod przetwarzania danych źródłowych dla celów kartograficznych.

Zadaniem specjalistów inżynierii środowiska jest więc doskonalenie metod badania środowiska, zadaniem kartografów – poszukiwanie możliwie najskuteczniejszych metod prezentacji wyników badań w formie kartograficznej. Właściwe wykorzystywanie potencjału informacyjnego dla realizacji ogólnych i szczegółowych zadań inżynierii środowiska wymaga doskonalenia umiejętności odczytywania informacji z mapy tematycznej oraz oceny wiarygodności i dokładności pozyskanych informacji.

Współzależność między dostępnością i kompletnością danych źródłowych a umiejętnością ich klasyfikacji dla celów kartograficznych, między sprecyzowaniem wymagań i uwarunkowań specjalistycznych, branżowych, a doбором metod prezentacji kartograficznej stanowi o ostatecznym kształcie mapy tematycznej i jej wartości informacyjnej.

W dotychczasowych rozważaniach zwrócono uwagę na informacyjną rolę map w inżynierii środowiska. Nie jest to jedyna ich rola. Istotna jest także ich rola koordynacyjna.

Zadania inżynierii środowiska rozpatrywać można na dwóch poziomach szczegółowości:

- na poziomie programowania i planowania działań zmierzających do ochrony środowiska i jego nowego ukształtowania na określonym obszarze (proces opracowania planu zagospodarowania przestrzennego),
- na poziomie projektowania i realizacji konkretnego przedsięwzięcia technicznego (proces inwestycyjny).

Na obu tych poziomach niezbędnym narzędziem pracy jest mapa.

W procesie opracowania planu zagospodarowania przestrzennego na mapach rejestruje się informacje źródłowe o stanie poszczególnych elementów składowych środowiska, użytkowaniu i zainwestowaniu terenu, gospodarki komunalnej, przemysłowienia, stosunków ludnościowych itp. Umożliwia to analizę stanu poszczególnych elementów środowiska oraz ich ocenę.

Synteza tych informacji prowadzi do opracowania diagnozy stanu istniejącego, która stanowi podstawę do opracowania projektu planu zagospodarowania przestrzennego. Projekt planu powstaje na drodze poszukiwania kompromisów między oczekiwaniami i interesami różnych grup społecznych i podmiotów gospodarczych oraz interesem publicznym, a także poszukiwania optymalnych z punktu widzenia humanistycznego i ekonomicznego rozwiązań społeczno – gospodarczych i przestrzennych.

Pod względem formalnym plan zagospodarowania przestrzennego składa się z części opisowej i części graficznej w postaci map tematycznych.



W projekcie planu występują zazwyczaj trzy rodzaje map:

- 1) opracowania ilustrujące w sposób syntetyczny merytoryczną podstawę opracowania planu,
- 2) opracowania obrazujące projektowany stan zagospodarowania terenów,
- 3) opracowania charakteryzujące powiązania obszaru planowania z obszarami otaczającymi, ilustrujące zakres i rozwój inwestycji w różnych działach oraz zasady rozwiązania elementów infrastruktury technicznej.

Proces opracowania planu zagospodarowania przestrzennego wymaga współpracy i uzgodnień z wieloma instytucjami.

Współpraca ta realizowana jest za pośrednictwem map, a uzgodnienia zaznacza się na mapach.

Na poziomie o wyższym stopniu szczegółowości czyli w toku procesu inwestycyjnego koordynacyjna rola map przejawia się we wszystkich etapach:

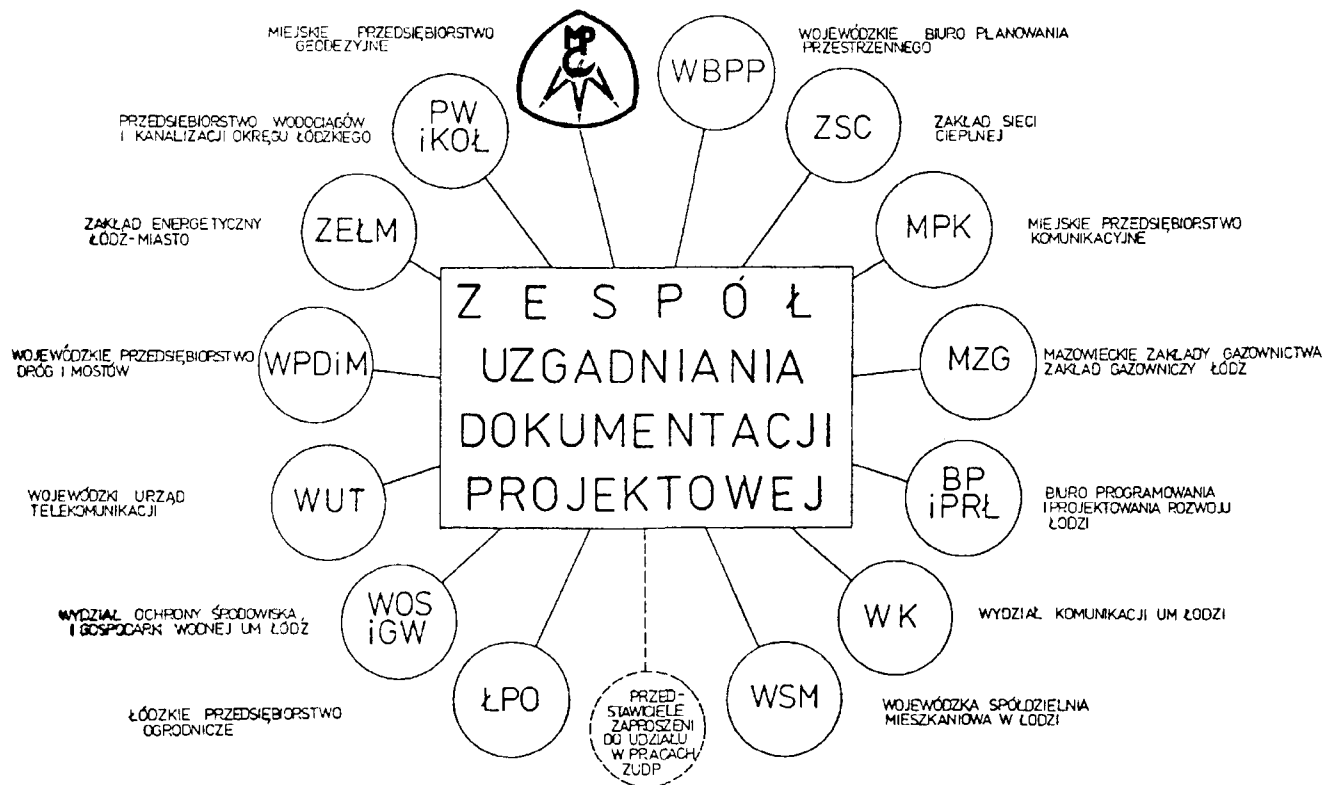
- studiach wstępnych,
- projektowaniu,
- realizacji inwestycji,
- eksploatacji.

Jak zwracają uwagę S. Mercik i K. Juzwa prawidłowe wykonywanie prac studialnych uwarunkowane jest posiadaniem dokładnych i aktualnych map sytuacyjno – wysokościowych lub numerycznego modelu terenu, a w szczególności różnego rodzaju map tematycznych uwzględniających strefy szkodliwych oddziaływań przemysłu, prognozy komunikacyjne, warunki górniczo – geologiczne, stosunki wodne itp.

Lokalizacja inwestycji uzależniona jest także od możliwości dostarczenia energii elektrycznej, ciepła, wody pitnej oraz odprowadzenia ścieków itp. Informacje dotyczące tych zagadnień zawierają mapy tematyczne.

Studia wstępne związane z projektowaniem inwestycji wymagają od inwestorów i biur projektowych współpracy z właściwymi ośrodkami dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej w zakresie udostępnienia i aktualizacji map topograficznych a także doboru odpowiednich map tematycznych, oraz współpracy z Ośrodkiem Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych w Warszawie (OPOLIS) w zakresie pozyskiwania zdjęć lotniczych i satelitarnych.

Na etapie projektowania i realizacji konkretnego przedsięwzięcia koordynacja czasowa, przestrzenna i funkcjonalna dokonuje się w oparciu o mapę zasadniczą i bazuje na dokładnym rozpoznaniu istniejącej struktury zagospodarowania i uzbrojenia technicznego terenu w nawiązaniu do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Do uzgadniania i koordynowania dokumentacji projektowej powołane zostały we wszystkich większych miastach decyzją wojewodów Zespoły Uzgadniania Dokumentacji Projektowych (ZUDP). W skład zespołu wchodzi przedstawiciele różnych branż i specjalności. Skład takiego zespołu na przykładzie ZUDP w Łodzi ilustruje rys. 2.3.



Rys.2.3. Skład Zespołu Uzgadniania Dokumentacji Projektowych na przykładzie ZUDP w Łodzi

Do podstawowego zakresu działania Zespołu Uzgodniania Dokumentacji Projektowych należy kompleksowe uzgadnianie lub określenie lokalizacji obiektów budowlanych i przyłączy w zakresie opracowywanych założeń techniczno – ekonomicznych (ZTE) i projektów technicznych (PT), dotyczących:

- 1) sieci wodociągowej, kanalizacyjnej, ciepłej, elektroenergetycznej, gazowniczej i telekomunikacyjnej,
- 2) dróg, tuneli, wiaduktów, mostów,
- 3) układów komunikacyjnych wraz z urządzeniami zabezpieczenia ruchu,
- 4) zieleni wysokiej (w liniach regulacyjnych ulic),
- 5) innych obiektów związanych z funkcjonowaniem infrastruktury technicznej.

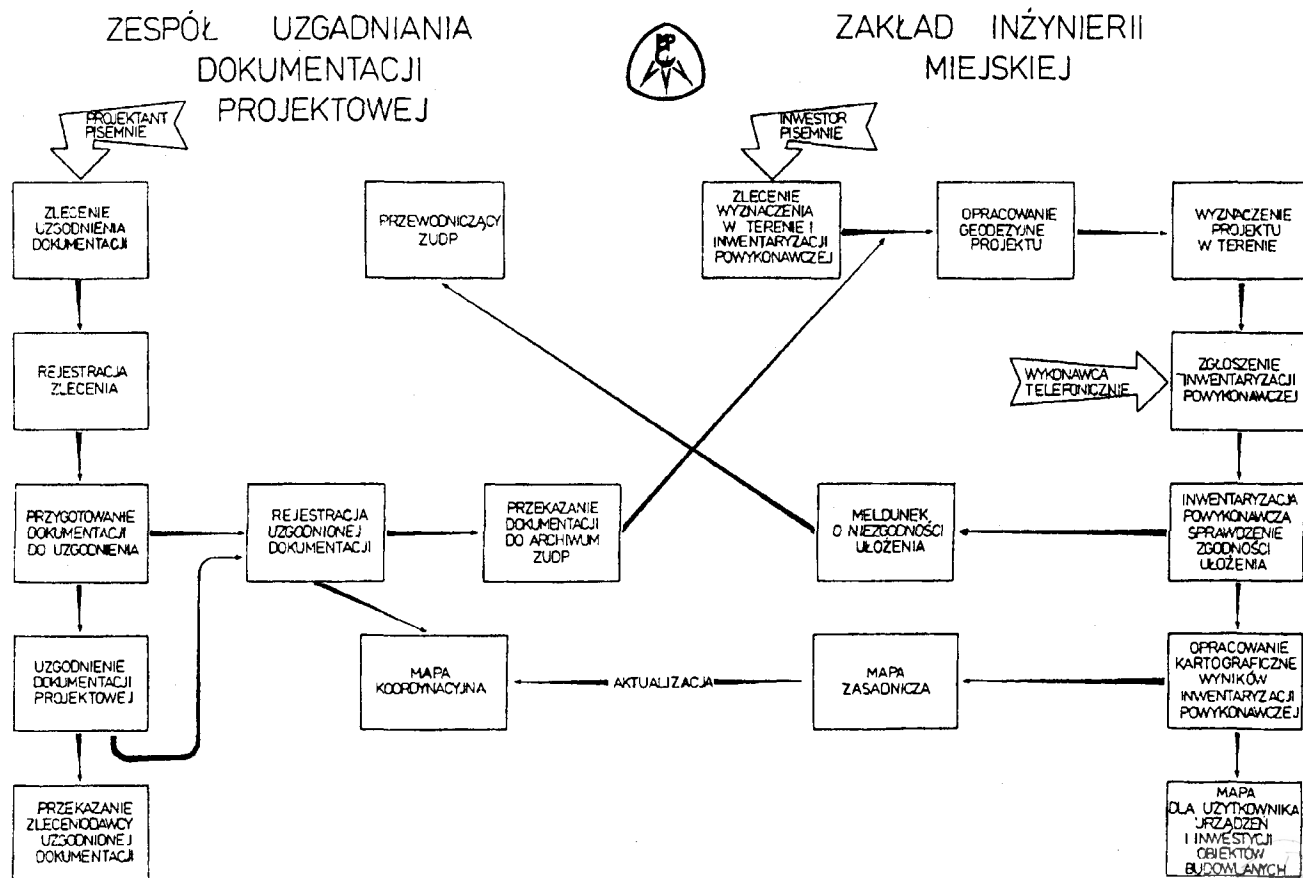
W miarę potrzeby Zespoły opiniują również plany generalne układów komunikacyjnych drogowych oraz kompleksowe studia realizacyjno – programowe tras ulicznych i sieci urządzeń.

Zespół działa opierając się na mapie zasadniczej zawierającej w swej treści informacje o uzbrojeniu podziemnym. Projekty uzgadniane na etapie opracowania założeń techniczno – ekonomicznych lub projektu technicznego są rejestrowane na mapie. Spełnia ona funkcję tzw. mapy dyżurnej (koordynacyjnej) dla nowo budowanych obiektów, a zwłaszcza osiedli, tras i dzielnic. Mapa dyżurna jest materiałem do aktualizacji mapy zasadniczej po zakończeniu budowy obiektu. Mapa dyżurna stanowi podstawę do sporządzania opracowań projektowych, rozwiązywania ewentualnych kolizji powstałych w trakcie realizacji zamierzeń inwestycyjnych.

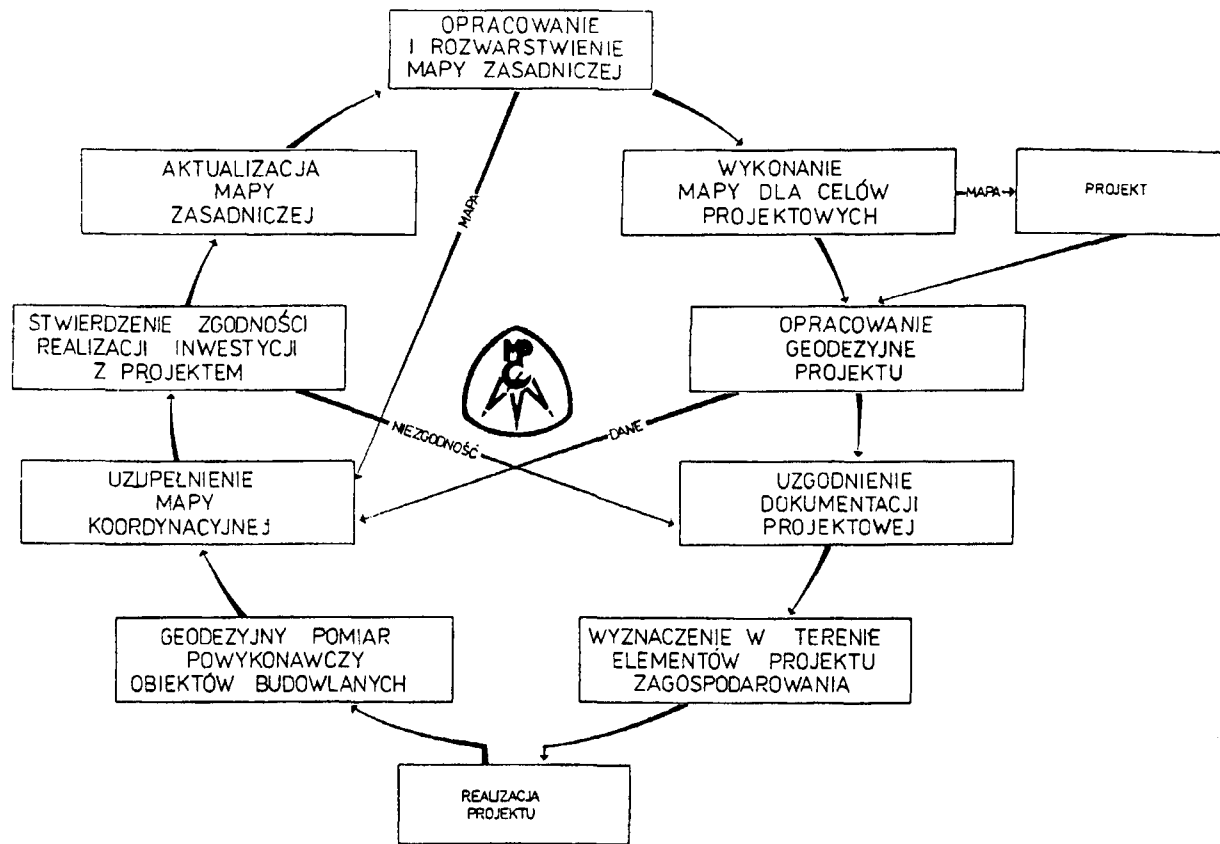
W zgłaszanych projekcie ocenia się usytuowanie poszczególnych obiektów w powiązaniu z kompleksowym zagospodarowaniem i uzbrojeniem terenu. Zespół w swych rozważaniach bierze pod uwagę istniejącą zabudowę i jej stan techniczny, dotychczasowe uzbrojenie terenu i jego dalszą przydatność, konfigurację terenu, a także problemy ochrony środowiska. Zespół bierze także pod uwagę możliwość poboru wody, sposób odprowadzania ścieków, istniejące oraz spodziewane zapylenie i zadymienie, możliwości prawidłowej eksploatacji projektowanych obiektów oraz ich utrzymanie i konserwację. Istotne jest m.in. aby na etapie dokonywanych uzgodnień przewidzieć sposoby utrzymania istniejącej zieleni, a zwłaszcza pomników przyrody. Dużą wagę zwraca się na wielkość zajmowanego terenu oraz na przebieg linii rozgraniczających.

Uzgodnienia podejmowane przez ZDUP są dokonywane w oparciu o zaewidencjonowany na mapie dyżurnej plan zagospodarowania przestrzennego lub niektóre jego elementy. Niepośrednią rolę odgrywają także zagadnienia natury ekonomicznej dotyczące głównie sfery efektywności inwestycji.

Działalność ZUDP jest ściśle powiązana z wykonawstwem geodezyjnym. Ilustruje to rys. 2.4. Uzgodniona dokumentacja projektowa jest podstawą wszczęcia procesu geodezyjnej obsługi inwestycji.



Rys. 2.4. Schemat powiązania działalności ZUDP z wykonawstwem geodezyjnym na przykładzie Łodzi



Rys. 2.5. Ilustracja zależności między prowadzeniem procesu inwestycyjnego a bieżącą aktualizacją mapy zasadniczej

Proces ten rozpoczyna się geodezyjnym opracowaniem projektu a kończy opracowaniem kartograficznym wyników inwentaryzacji powykonawczej. Ścisłe przestrzeganie procedury postępowania ZUDP w powiązaniu z działalnością służb geodezyjnych pozwala na prawidłowe prowadzenie procesu inwestycyjnego oraz bieżącą aktualizację mapy zasadniczej. Pokazano to na rys. 2.5.

2.3. Mapa graficzna i numeryczna

Niewątpliwie najbardziej znanym modelem przedstawiającym rzeczywistość graficzną jest jej model analogowy, czyli mapa graficzna.

Jest to zmniejszony, uogólniony, matematycznie odwzorowany na płaszczyznę obraz określonego obszaru Ziemi, jednoznacznie orientujący w położeniu przestrzennym obiektów występujących na tym obszarze.

Użyte w definicji określenie „zmniejszony obraz” odnosi się do skali mapy, która opisuje stosunek wielkości obrazu do wielkości oryginału. Stosowane skale zawierają się w przedziale od 1:100 do 1: kilku milionów, z czym wiąże się podział map geograficznych na wielko, średnio – i małoskalowe.

„Matematyczne odwzorowanie” polega na zastosowaniu związków (funkcji) odwzorowawczych, które przypisują punktom obszaru odwzorowywanego odpowiadające im punkty obrazu w przyjętym układzie współrzędnych. Ziemia jako obiekt odwzorowania jest zastępowana różnymi powierzchniami odniesienia, zależnie od wymaganej dokładności odwzorowania. Do odwzorowań wprowadza się różne dodatkowe warunki, z czym wiąże się podział map według rodzajów odwzorowań.

Stwierdzenie, że mapa „orientuje o położeniu przestrzennym” wskazuje, iż umożliwi ona wyznaczanie współrzędnych obiektów w terenie i może służyć do rozwiązywania różnorodnych zadań technicznych. Jest to możliwe dzięki umieszczaniu na mapach siatki kartograficznej opisanej współrzędnymi geograficznymi, siatki kilometrowej prostokątnej, orientacji magnetycznej, nazewnictwa geograficznego itp.

Odwzorowanie, siatka, elementy orientacji, a także treść mapy i jej forma graficzna zależą głównie od przeznaczenia mapy.

Istotnym problemem, szczególnie w przypadku map wielkoskalowych, jest konieczność wykonywania ich aktualizacji, czyli unaczęśniania treści map, mającego na celu doprowadzenia do jej zgodności ze stanem faktycznym w terenie. Aktualizacja map może być ciągła – wykonywano na bieżąco, w miarę zachodzących w terenie zmian; albo okresowa – wykonywanych w pewnych, ustalonych odstępach czasu. Ze względu na zakres prowadzonych

prac, aktualizacja może być pełna — dotycząca wszystkich elementów treści mapy, bądź też częściowa — obejmująca tylko wybrane elementy treści.

W procesie aktualizacji, na mapę nanosi się nowe elementy treści a usuwa sytuację nie istniejącą już w terenie, poprawia zmiany w nazewnictwie, uzupełnia skróty i opisy cyfrowe, czyli zmienia postać graficzną mapy.

Jest to zdecydowanie prostsze w przypadku mapy numerycznej, czyli mapy rozumianej jako zbiór danych zapisanych w pamięci komputera, które to dane po zastosowaniu odpowiednich programów dyspozycyjnych oraz odpowiednich środków technicznych mogą zostać przetworzone w graficzną postać mapy określonego obszaru.

Na bieżąco aktualizowane, przetwarzane i porządkowane dane cyfrowe stanowiące mapę numeryczną umożliwiającą pozyskiwanie rysunku map w różnych skalach, o różnej grafice oraz zakresach treści dostosowanych do konkretnych potrzeb.

Funkcjonowanie mapy numerycznej jest podstawą budowy systemu informacji o terenie (por. rozdz. 2.12).

2.4. Klasyfikacja map

Klasyfikacja map obejmująca cały istniejący zbiór i wszystkie cechy poszczególnych jego elementów do tej pory nie istnieje. Stosuje się klasyfikację cząstkową, budowaną z punktu widzenia wybranej cechy map, przyjmując jako uzupełniające podziały według innych cech. Podstawowym kryterium klasyfikacji map jest treść, zaś inne kryteria towarzyszące to obszar geograficzny, skala, rodzaj odwzorowania kartograficznego i przeznaczenie.

Przyjmując jako podstawowe kryterium klasyfikacji treść map, były Główny Urząd Geodezji i Kartografii opracował klasyfikację zbioru map przeznaczonych do celów gospodarczych i społecznych, a więc tych celów, w obrębie których w całości mieści się, między innymi, inżynieria środowiska, planowanie przestrzenne itp. Jako kryterium pomocnicze podziału tego zbioru stosuje się skalę mapy.

Zgodnie z tą klasyfikacją, cały zbiór map geograficznych wykonywanych przez służbę geodezyjno — kartograficzną dzieli się (rys. 2.6) na dwie klasy:

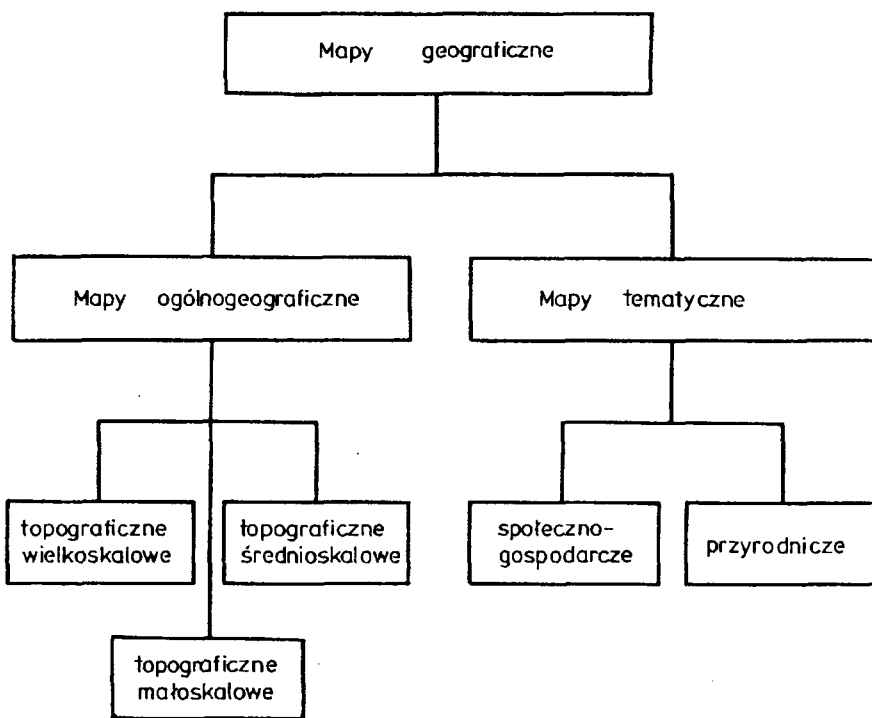
- klasę map ogólnogeograficznych,
- klasę map tematycznych.

Mapy ogólnogeograficzne zawierają wszystkie główne elementy krajobrazu powierzchni Ziemi: hydrografię, rzeźbę terenu, osiedla, drogi, lasy, użytki rolne itp. przedstawione z jednakowym, względnym stopniem szczegółowości. Stopień uogólnienia treści wiąże się ze skalą opracowania. Ze względu na skalę mapy te dzielą się na:

- mapy topograficzne wielkoskalowe, w skalach do 1 : 10 000 włącznie,
- mapy topograficzne średnioskalowe, w skalach od 1 : 10 000 do 1 : 50 000 włącznie,
- mapy topograficzne małoskalowe, w skalach od 1 : 50 000 do 1 : 500 000 włącznie.

OGÓLNA KLASYFIKACJA MAP

/ dla celów gospodarczych /



Rys. 2.6. Ogólny schemat podziału map do celów gospodarczych

Mapy tematyczne obrazują jeden lub kilka wybranych elementów treści ogólnogeograficznej, bądź określone zagadnienia, zjawiska i procesy społeczno – gospodarcze lub przyrodnicze na tle specjalnie dobranych elementów treści ogólnogeograficznej.

Wyróżniono więc dwa zespoły map tematycznych:

- zespół map społeczno – gospodarczych, dzielący się dalej na grupę map gospodarczych i grupę map społecznych,

- zespół map przyrodniczych, dzielący się dalej na grupę map fizjograficznych i grupę map sozologicznych.

Mapy tematyczne obejmują więc w ogólności:

- zagospodarowanie przestrzenne terenu z jego zainwestowaniem w urządzenia inżynieryjne nadziemne, naziemne i podziemne,
- zjawiska oraz procesy społeczne i gospodarcze, a także zjawiska i procesy występujące w środowisku przyrodniczym, łącznie z dynamiką ich zmian strukturalnych zachodzących w czasie i przestrzeni.

Mapy tematyczne dla celów gospodarczych i społecznych dzieli się ze względu na skalę opracowania najczęściej podobnie jak mapy topograficzne, to znaczy na wielkoskalowe (do skali 1 : 10 000 włącznie), średnioskalowe (do 1 : 50 000 włącznie) i małoskalowe (do 1 : 500 000 włącznie).

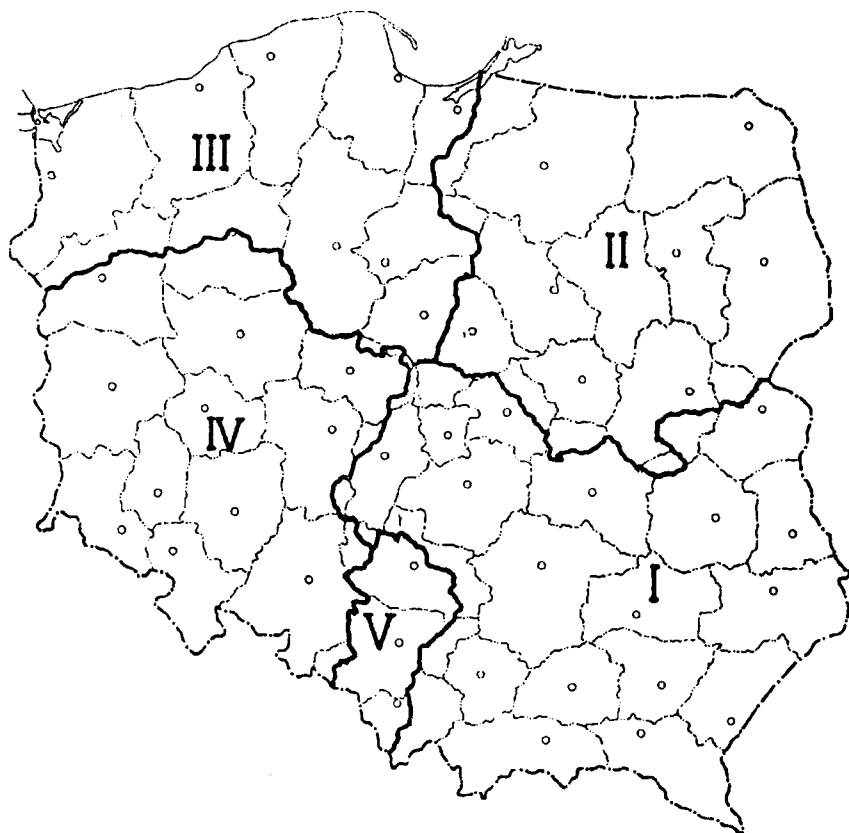
Szersze omówienie wybranych map i ich zastosowań znajdzie Czytelnik w dalszej części rozdziału.

2.5. Mapy topograficzne

Mapa topograficzna jest opracowaniem kartograficznym o treści przedstawiającej elementy środowiska geograficznego powierzchni Ziemi oraz ich przestrzenne związki.

Mówiąc o mapie topograficznej sporządzonej przez służby geodezyjno—kartograficzne dla celów gospodarczych i społecznych rozumieć należy, system kartograficznego przekazu informacji, którego podział ze względu na zakres i stopień uogólnienia treści, związany ze skalą, przedstawiono na schemacie ogólnej klasyfikacji map geograficznych (por. rys. 2.6).

System ten jest zbudowany w oparciu o źródłowe opracowanie mapy topograficznej podstawowej w skali 1 : 5 000 — dla obszarów o znacznym zainwestowaniu, oraz w skali 1 : 10 000 — dla obszarów pozostałych. Mapa ta sporządzona jest na podstawie bezpośrednich pomiarów geodezyjnych, topograficznych i fotogrametrycznych. Jest ona materiałem źródłowym w procesie opracowania redakcyjno—reprodukcyjnego map topograficznych w skalach mniejszych i szeregu map pochodnych. Mapy topograficzne wielko— i średnio—skalowe sporządza się w tzw. „Układzie 1965”. Jest to układ współrzędnych prostokątnych płaskich. Na terenie kraju wprowadzono pięć stref, mających własne początki układu współrzędnych. Granice stref pokrywają się z granicami województw według podziału administracyjnego obowiązującego przed 1975 rokiem (rys. 2.7).



Rys. 2.7. Zasięgi układów współrzędnych prostokątnych płaskich w „Układzie 1965”

Strefa I obejmuje dawne województwa: łódzkie, lubelskie, kieleckie, rzeszowskie i krakowskie; strefa 2 obejmuje województwa: olsztyńskie, białostockie i warszawskie; strefa 3 obejmuje województwa: szczecińskie, koszalińskie, gdańskie i bydgoskie; strefa 4: zielonogórskie, poznańskie, wrocławskie i opolskie; zaś strefa 5: województwo katowickie. W każdej strefie linie siatki współrzędnych prostokątnych płaskich poprowadzone w odstępach: $x = 64.0$ km; $y = 40.0$ km wydzielają tzw. sekcje podziałowe. Sekcje znajdujące się w jednym poziomie tworzą tzw. pasy, natomiast znajdujące się w jednym pionie — tzw. słupy. Każdą sekcję oznacza się liczbą trzycyfrową, którą tworzą:

- numer strefy (pierwsza cyfra),
- numer pasa w strefie (druga cyfra),
- numer słupa w strefie (trzecia cyfra),

Liczba ta to godło arkusza mapy w skali 1 : 100 000.

Godła arkuszy map w skalach 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000 i 1 : 5 000 powstają w wyniku kolejno następującego podziału sekcji podziałowej w sekwencji czwórkowej. Godła arkuszy takich map składają się zatem z godła sekcji podziałowej, za którym po kropce, umieszcza się grupy trzycyfrowych liczb, oznaczających numery arkuszy map w odpowiednich skalach. Na arkusze map topograficznych wielko i średnioskalowych nanosi się i opisuje linie siatki współrzędnych prostokątnych co 10 cm – dla skal 1 : 5 000 i 1 : 10 000; oraz co 4 cm – dla skal 1 : 25 000 i 1 : 50 000. Na mapach tych nie umieszcza się siatki geograficznej.

Wysokościową ośnowę map topograficznych stanowią punkty geodezyjne, których wysokości określono w systemie wysokości normalnych odniesionych do zera mareografu w Kronsztadzie.

Treść map topograficznych stanowią wybrane elementy przyrodnicze, elementy antropogeniczne oraz elementy opisowe związane z bliższą charakterystyką i uczytelnieniem rysunku mapy. Do elementów środowiska przyrodniczo – geograficznego, będących przedmiotem kartograficznej prezentacji na mapach topograficznych należą:

- wody powierzchniowe,
- rzeźba terenu,
- pokrycie szatą roślinną.

W zespole elementów antropogenicznych, współtworzących rzeczywisty krajobraz środowiska geograficznego, prezentowanego na mapie topograficznej, można wyróżnić następujące grupy obiektów i przedmiotów terenowych:

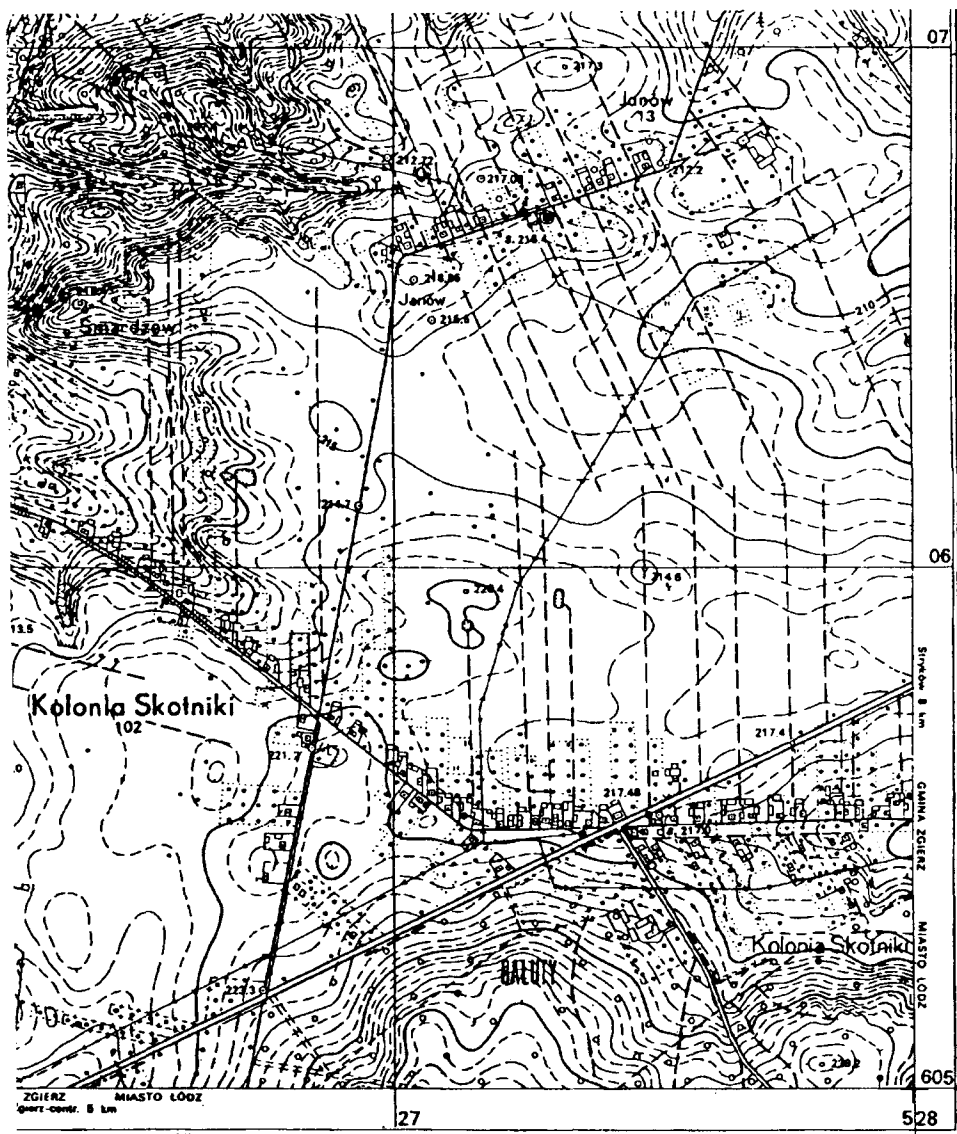
- osiedla,
- obiekty przemysłowe, gospodarcze i inne,
- koleje, drogi kołowe, drogi wodne – z ich infrastrukturą towarzyszącą,
- uprawy i grunty.

Mapy topograficzne zawierają ponadto następujące elementy formalne:

- ośnowę geodezyjną,
- granice,
- napisy,
- skróty i opisy objaśniające,
- charakterystykę liczbową, charakterystykę niektórych obiektów, przedmiotów i urządzeń podziemnych, które wpływają na uczytelnienie prezentowanych elementów krajobrazowych.

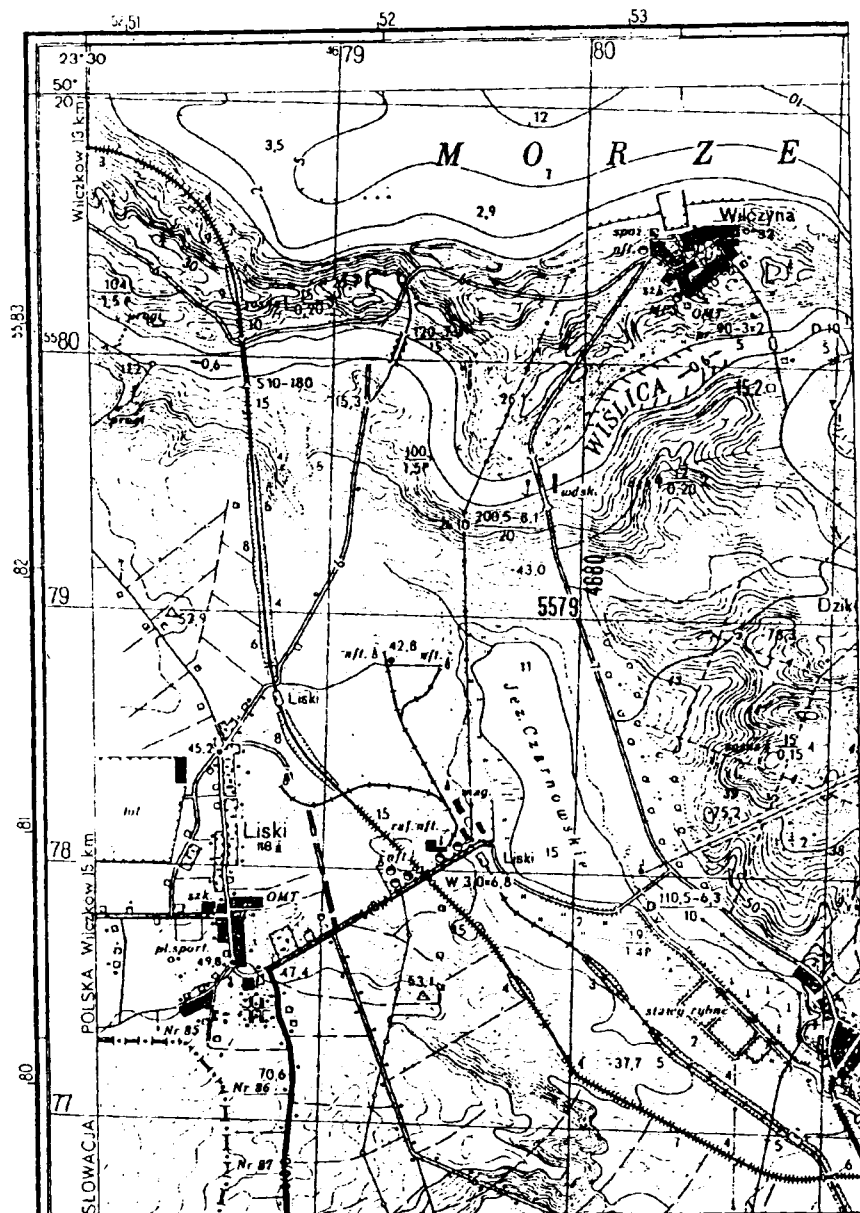
Mapy topograficzne drukuje się w wersji dwu – lub czterokolorowej. Przy druku dwukolorowym:

- kolorem czarnym przedstawia się elementy antropogeniczne, informacje formalne oraz elementy hydrograficzne,
- kolorem brązowym przedstawia się rzeźbę terenu oraz podkolorowanie dróg.



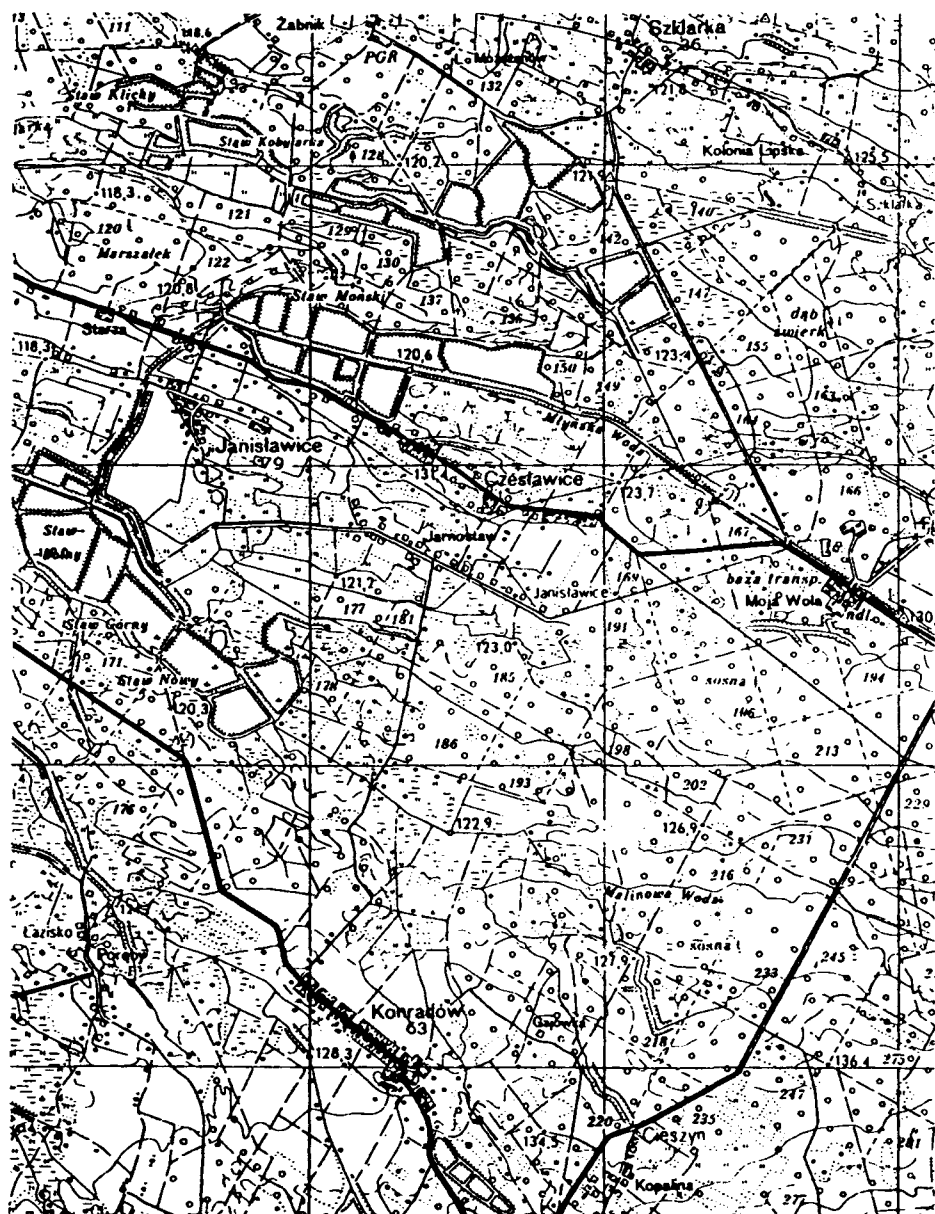
Rys. 2.8. Fragment mapy topograficznej w skali 1:10 000

M-34-72-A-a



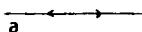
Skala 1:25 000

Rys. 2.9. Fragment mapy topograficznej w skali 1:25 000



Rys. 2.10. Fragment mapy topograficznej w skali 1:50 000

OBJAŚNIENIA ZNAKÓW

	}		Punkty osnowy poziomej
			
			
			
			Punkt osnowy wysokościowej
			Punkt topograficzny
			Budynek
			Zwarta zabudowa
			Pojedyncza zagroda
			Zakład przemysłowy
	a	b	a) z kominem
		b	b) nie mieszczący się w skali — z kominem
		c	c) nie mieszczący się w skali — bez komin
			Kościół
			Leśniczówka, gajówka
			Stacja benzynowa
			Transformator
			Linia telefoniczna
	a		Napowietrzny przewód elektryczny

Rys. 2.11. Wyciąg z zestawienia znaków umownych dla map topograficznych według Instrukcji K—2

Przy druku czterokolorowym:

- kolorem czarnym przedstawia się elementy antropogeniczne oraz informacje formalne,
- kolorem niebieskim przedstawia się elementy hydrograficzne i powierzchniowe wód,
- kolorem brązowym przedstawia się rzeźbę terenu i podkolorowanie dróg,
- kolorem zielonym oznacza się powierzchnie obszarów leśnych, parków i sadów.

Mapy topograficzne przeznaczone dla celów gospodarczych i społecznych opracowywane są dla obszaru całego kraju.

Proces sporządzania tych map regulują instrukcje i wytyczne techniczne byłego Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii. Dotyczą one również między innymi znaków umownych dla map topograficznych w skalach: 1:5 000 i 1:10 000 (wytyczne techniczne K–2.1) oraz w skalach 1:25 000 – 1:100 000 (wytyczne techniczne K–2.2).

Na rysunku 2.8 przedstawiono fragment mapy topograficznej w skali 1:10 000, na rys. 2.9 – w skali 1:25 000, zaś na rys. 2.10 – w skali 1:50 000.

Na rysunku 2.11 przedstawiono wyciąg z objaśnienia znaków umownych dla map topograficznych według instrukcji K–2.

2.6. Mapy tematyczne

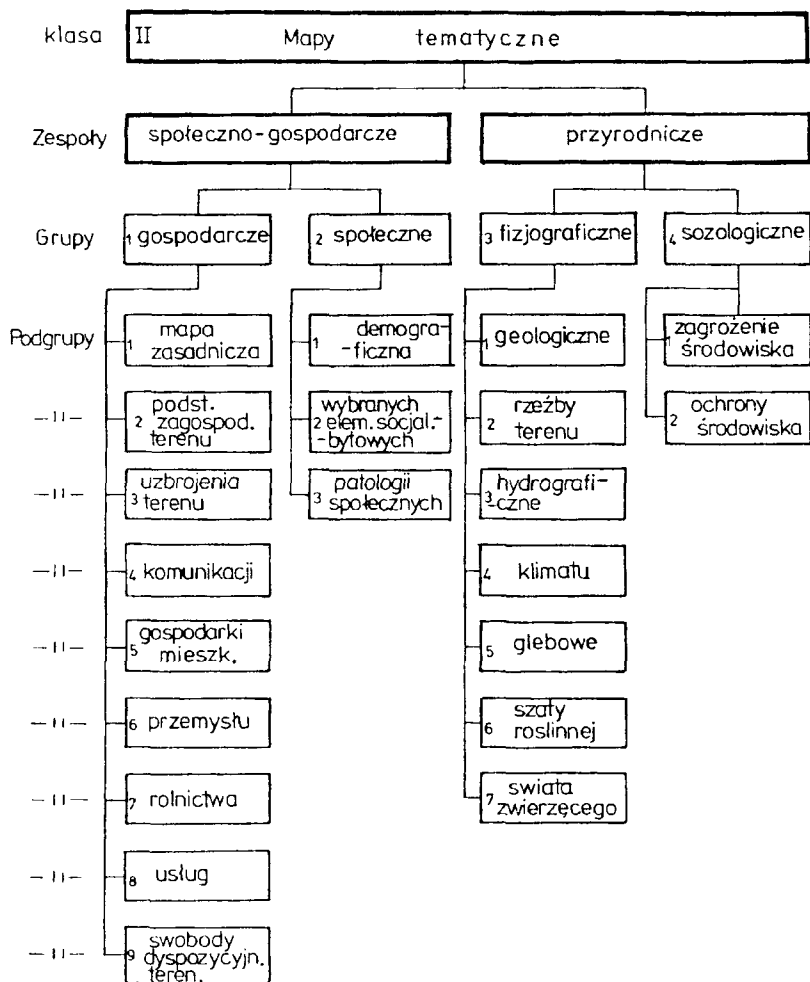
Właściwe kształtowanie i użytkowanie środowiska wymaga szczegółowego rozpoznania zagadnień, zjawisk i procesów społeczno – gospodarczych i przyrodniczych. Na terenach, gdzie nasilenie działalności gospodarki człowieka prowadzi do wyraźnych przekształceń środowiska, niezbędne jest dodatkowo rozpoznanie stopnia jego przeobrażeń, inwentaryzacja wszelkich źródeł zagrożeń oraz ocena skuteczności podjętych działań ochronnych, zapobiegawczych i rekultywacyjnych.

Problematyka ta znajduje swoje zobrazowanie na mapach tematycznych. Ich definicję podano w rozdziale 2.4 niniejszego opracowania.

Omawiając problematykę map tematycznych należy wyróżnić, dwa aspekty, a mianowicie:

- aspekt pozyskiwania, przetwarzania, gromadzenia i udostępniania specjalistycznych danych źródłowych,
- aspekt klasyfikacji i przetwarzania danych źródłowych dla celów kartograficznych oraz wyboru metod prezentacji kartograficznej.

Problemy te warunkują powstawanie określonych map tematycznych, tworzących bogatą klasę takich opracowań kartograficznych. Porządkujący podział tej klasy na zespoły map tematycznych wg kryterium treści przedstawiono w rozdziale 2.4 (por. rys. 2.6).



Rys. 2.12. Schemat podziału klasy map tematycznych według b. Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii

Dalszy podział klasy map tematycznych na grupy, podgrupy i przykładowe rodzaje map przedstawiono na rys. 2.12 i w tabeli 2.2.

Podział map tematycznych na zespoły, grupy, podgrupy i przykładowe rodzaje map (wg instrukcji technicznej GUGiK K-3)

Zespoły	Grupy	Pod-grupy	Lp.	Mapy tematyczne
				Przykładowe rodzaje map
Mapy społeczno – gospodarcze	1. Mapy gospodarcze	1. Mapa zasadnicza		
		2. Podstawowego zagospodarowania terenu	1 2 3 4 5 6 7 . . .	Mapy pochodne od mapy zasadniczej Mapy zagospodarowania i użytkowania terenów Mapy ewidencji gruntów Mapy nomenklatur prawnych nieruchomości Mapy istniejących podziałów terenu (odniesień przestrzennych) Mapy nazw ulic i placów Mapy osnów geodezyjnych
		3. Uzbrojenie terenu	1 2 3 4 5 6 7 8 . . .	Mapy sieci wodociągowej Mapy sieci kanalizacyjnej Mapy sieci ciepłej Mapy sieci gazowej Mapy sieci telekomunikacyjnej Mapy sieci elektroenergetycznej Mapy zbiorcze uzbrojenia terenu Mapy geodezyjnej inwentaryzacji sieci przewodów napowietrznych w zakładach przemysłowych
		4. Komunikacji	1 2 3 4 5 6 7	Mapy układu komunikacyjnego Mapy zbiorowej komunikacji miejskiej Mapy organizacji ruchu kołowego Mapy rodzaju nawierzchni ulic Mapy potoków ruchu ulicznego Mapy kontroli ruchu w przestrzeni powietrznej (mapy wizyjne radarowe) Mapy sieci dróg szybkiego ruchu

T a b e l a 2.2 (cd.)

Zespoły	Grupy	Pod-grupy	Lp.	Mapy tematyczne
				Przykładowe rodzaje map
Mapy społeczno – gospodarcze	1. Mapy gospodarcze	5. Gospodarki mieszkaniowej	1	Mapy rozmieszczenia typów budownictwa mieszkaniowego
			2	Mapy rozmieszczenia i struktury zasobów mieszkalnych
			3	Mapy intensywności zabudowy mieszkaniowej
			.	
			.	
		6. Przemysłu	1	Mapy zakładów przemysłowych
			2	Mapy zagospodarowania terenu przemysłowego
			.	
			.	
		7. Rolnictwa	1	Mapy użytkowania ziemi
			2	Mapy struktury władania gruntami
			3	Mapy glebowo – rolnicze
			4	Mapy glebowo – wilgotnościowe
			5	Mapy waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej
		8. Usług	.	
			.	
			.	
			1	Mapy rozmieszczenia i charakterystyki obiektów oświaty, nauki, kultury i sztuki, układów zabytkowych i zabytków
			2	Mapy rozmieszczenia i charakterystyki obiektów ochrony zdrowia
			3	Mapy rozmieszczenia i charakterystyki usług
			4	Mapy rozmieszczenia i charakterystyki obiektów łączności
			.	
			.	
			.	

T a b e l a 2.2 (cd.)

Zespoły	Grupy	Pod-grupy	Lp.	Mapy tematyczne
				Przykładowe rodzaje map
Mapy społeczno – gospodarcze	1. Mapy gospodarcze	9. Swobody dyspozycyjności terenu	1	Mapy gleb chronionych
			2	Mapy terenów objętych ochroną przyrody
			3	Mapy charakterystyki prawnej terenu wynikającej z tytułu własności
			4	Mapy ograniczeń wynikających z występowania stref uciążliwości
			5	Mapy ustalonych miejsc realizacji obiektów budowlanych zatwierdzonych
			.	
	2. Mapy społeczne	1. Demograficzne	1	Mapy rozmieszczenia ludności
			2	Mapy gęstości zaludnienia
			3	Mapy struktury płci i wieku
			4	Mapy struktury zatrudnienia
			.	
			.	
		2. Wybranych elementów socjalno-bytowych	1	Mapy rozmieszczenia miejsc pracy
			2	Mapy struktury zawodowej
			.	Mapy migracji dziennych w miastach i aglomeracjach miejskich
			.	
Mapy przyrodnicze	1. Mapy fizjograficzne	1. Geologiczne	1	Mapy geologiczno – gruntowe
			2	Mapy gruntów
			3	Mapy zasobów mineralnych
			.	
			.	
			.	
		3. Patologii społecznych	1	Mapy chorób społecznych
			2	Mapy wypadków drogowych
			3	Mapy przestępczości
			.	
			.	
			.	

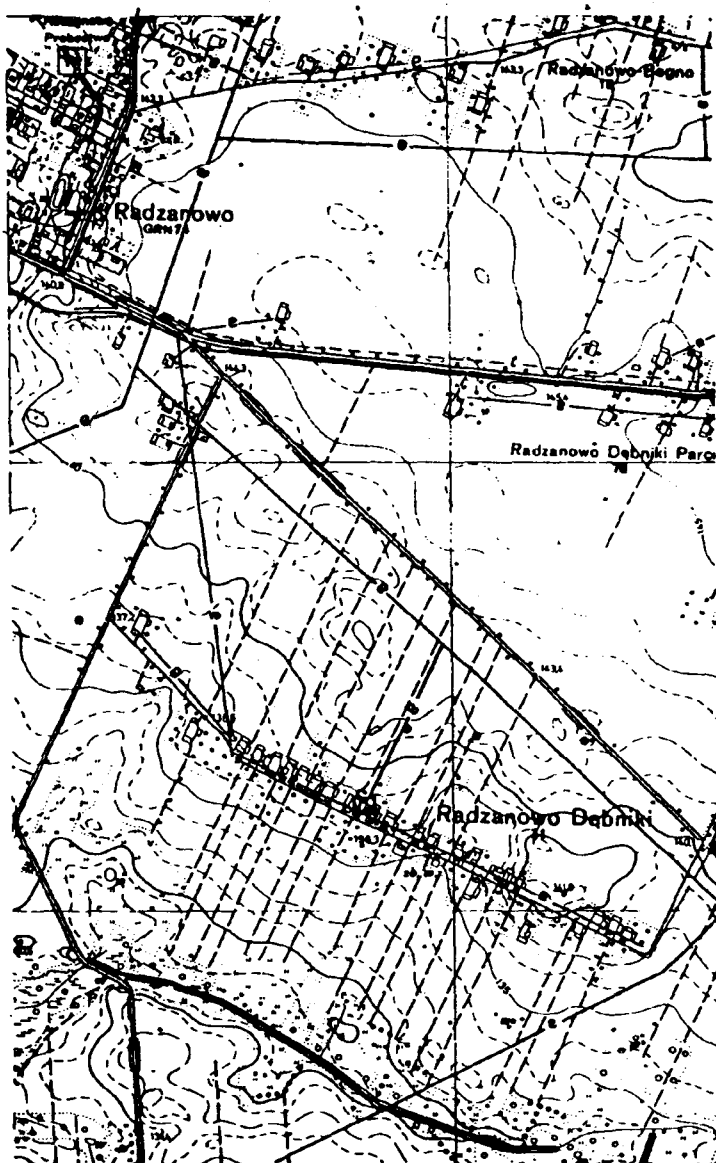
T a b e l a 2.2. (cd.)

Zespoły	Grupy	Pod-grupy	Lp.	Mapy tematyczne
				Przykładowe rodzaje map
Mapy przyrodnicze	1. Mapy fizjograficzne	2. Rzeźby terenu	1	Mapy geomorfologiczne
			2	Mapy warstwiczne
			3	Mapy spadku terenu
			.	
			.	
		3. Hydrograficzne	1	Mapy wód powierzchniowych
			2	Mapy wód gruntowych
			3	Mapy warunków hydrobiologicznych wód powierzchniowych
			4	Mapy zasobów wód podziemnych
			.	
		4. Klimatu lokalnego	1	Mapy bonitacyjne klimatów lokalnych dla potrzeb lokalizacji zabudowy mieszkaniowej, przemysłowej, reakcyjnej i wypoczynkowej
			2	Mapy nasłonecznienia i lokalnych warunków wietrznych
			3	Mapy wpływu obszarów leśnych i wodnych na warunki klimatu lokalnego
			4	Mapy wpływu uciążliwych zakładów przemysłowych na warunki klimatu lokalnego
			.	
		5. Glebowe	1	Mapy glebowo – bonitacyjne
			2	Mapy glebowej klasyfikacji gruntów
			3	Mapy glebowo – przyrodnicze
			.	
			.	

Tabela 2.2 (cd.)

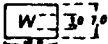
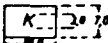
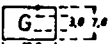
Zespoły	Grupy	Pod-grupy	Lp.	Mapy tematyczne
				Przykładowe rodzaje map
Mapy przyrodnicze	1. Mapy fizjograficzne	6. Szaty roślinnej	1	Mapy charakterystyki siedliskowo – drzewostanowej
			2	Mapy odporności siedliskowej
			3	Mapy odporności drzewostanowej
			.	
			.	
		7. Świata zwierzęcego	1	Mapy rozmieszczenia i charakterystyki zwierząt dzikich
			.	
			.	
			.	
	2. Mapy zoologiczne	1. Zagrożenie środowiska	1	Mapy zanieczyszczenia wód powierzchniowych
			2	Mapy zanieczyszczenia wód podziemnych
			3	Mapy erozji i stepowienia gleb
			4	Mapy zniszczeń drzewostanu
			5	Mapy zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego
			6	Mapy rozmieszczenia źródeł dewastacji środowiska
			.	
			.	
			.	
		2. Ochrony środowiska	1	Mapy ochrony zasobów mineralnych
			2	Mapy obszarów rekultywowanych rolniczo
			3	Mapy walorów przyrodniczych – krajobrazowych
			4	Mapy ochrony walorów florystycznych
			5	Mapy czystego powietrza, wód i ciszy
			.	
			.	
			.	

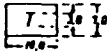
Wzór wycinka mapy przeglądowej
uzbrojenia terenu w skali 1:10000
Sieci: wodociągowa, gazowa,
telekomunikacyjna i elektroenergetyczna



Rys. 2.13. Fragment mapy przeglądowej uzbrojenia terenu w skali 1:10 000 (wg wytycznych technicznych K-3.3 GUGiK)

WYKAZ ZNAKÓW

Nr	Przedmiot sytuacyjny	Znak umowy	Uwagi
1	2	3	4
SIEĆ WODOCIĄGOWA			
1	Stacja uzdatniania wody, stacja pomp lub hydroforowa		
2	Przewód główny	0,6 — w 250 —	
3	Przewód rozdzielczy	0,2 — w 150 — 2,5	
4	Przewód wody przemysłowej	1,0 — w p 100 — 0,2	
SIEĆ KANALIZACYJNA			
5	Oczyszczalnia lub przepompownia ścieków		
6	Przewód o średnicy większej od 500 mm	0,8 — k 600 —	dla odróżnienia rodzaju kanału stosować oznaczenia:
7	Przewód o średnicy do 500 mm	0,2 — k 400 —	- kanał sanit - ks - kanał deszcz - kd - kanał przem - kp
SIEĆ CIEPLNA			
8	Elektrociepłownia, kotłownia		
9	Przewód magistralny	0,4 — c 250 —	
10	Przewód rozdzielczy	0,2 — c 80 —	
11	Przewód pary technologicznej	0,2 — cp 80 —	
SIEĆ GAZOWA			
12	Koksownia, tłocznia gazu, stacja zbiornikowa niskiego ciśnienia lub stacja zmieszania gazu		
13	Stacja redukcyjna		
14	Przewód wysokiego ciśnienia	0,8 — g 150 — 5,0	
15	Przewód średniego ciśnienia	0,4 — g 80 — 2,0	
16	Przewód niskiego ciśnienia	0,2 — g 40 —	

1	2	3	4
	SIEĆ TELEKOMUNIKACYJNA		
17	Centrala		
18	Szafka kablowa		
19	Linia magistralna w kanalizacji	0,4 — 1 —	
20	Linia rozdzielcza w kanalizacji	0,2 — 1 —	
21	Linia magistralna doziemna	0,8 — 20 — 50 —	
22	Linia rozdzielcza doziemna	0,2 — 50 — 50 —	
23	Linia rozdzielcza napowietrzna	0,2 — 50 — 1 — 20 —	
	SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNA		
24	Elektrownia lub główny p-kt zasilania		
25	Rozdzielnia sieciowa lub podstacja rozdzielczo-transformatorowa		
26	Punkt transformatorowy		
27	Linia napowietrzna wysokiego napięcia	0,8 — e —	
28	Linia napowietrzna niskiego napięcia	0,2 — e —	
29	Linia kablowa wysokiego napięcia	0,8 — 20 — e 50 —	
30	Linia kablowa niskiego napięcia	0,2 — 20 — e 50 —	
	INNE SIECI I OBSZARY UZBROJONE		
31	Rurociąg nadtłowy	0,8 — r n —	
32	Kanal (lunel) zbiorczy	0,8 — 1 z —	
33	Obszar melioracji objęty drenowaniem		
			Przykład oznaczenia kanału zbiorczego — 1 z w 400 g 200 41 3e —

Rys. 2.14. Wyciąg z legendy mapy przeglądowej uzbrojenia terenu

Przedstawiona klasyfikacja ma charakter otwarty, tzn. można ją uzupełniać w razie potrzeby nowymi podgrupami map oraz dzielić je na poszczególne rodzaje opracowań.

Ze względu na tak szeroki wachlarz zagadnień i tematów przedstawionych w formie kartograficznej, niemożliwe jest (i niecelowe zresztą) opracowanie instrukcji dla sporządzania wszystkich rodzajów map.

Opracowana przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii instrukcja techniczna K-3 pt. „Mapy tematyczne” i wydane w uzupełnieniu do niej wytyczne techniczne regulują tylko zasady sporządzania map najczęściej wykonywanych, takich jak np. mapy elementów infrastruktury technicznej (sieci wodociągowej, kanalizacyjnej, ciepłej itp.), mapy przeglądowe uzbrojenia terenu; mapy gęstości i rozmieszczenia ludności, rozmieszczenia miejsc pracy, usług itp.; mapy przyrodnicze, hydrograficzne i kilka innych.

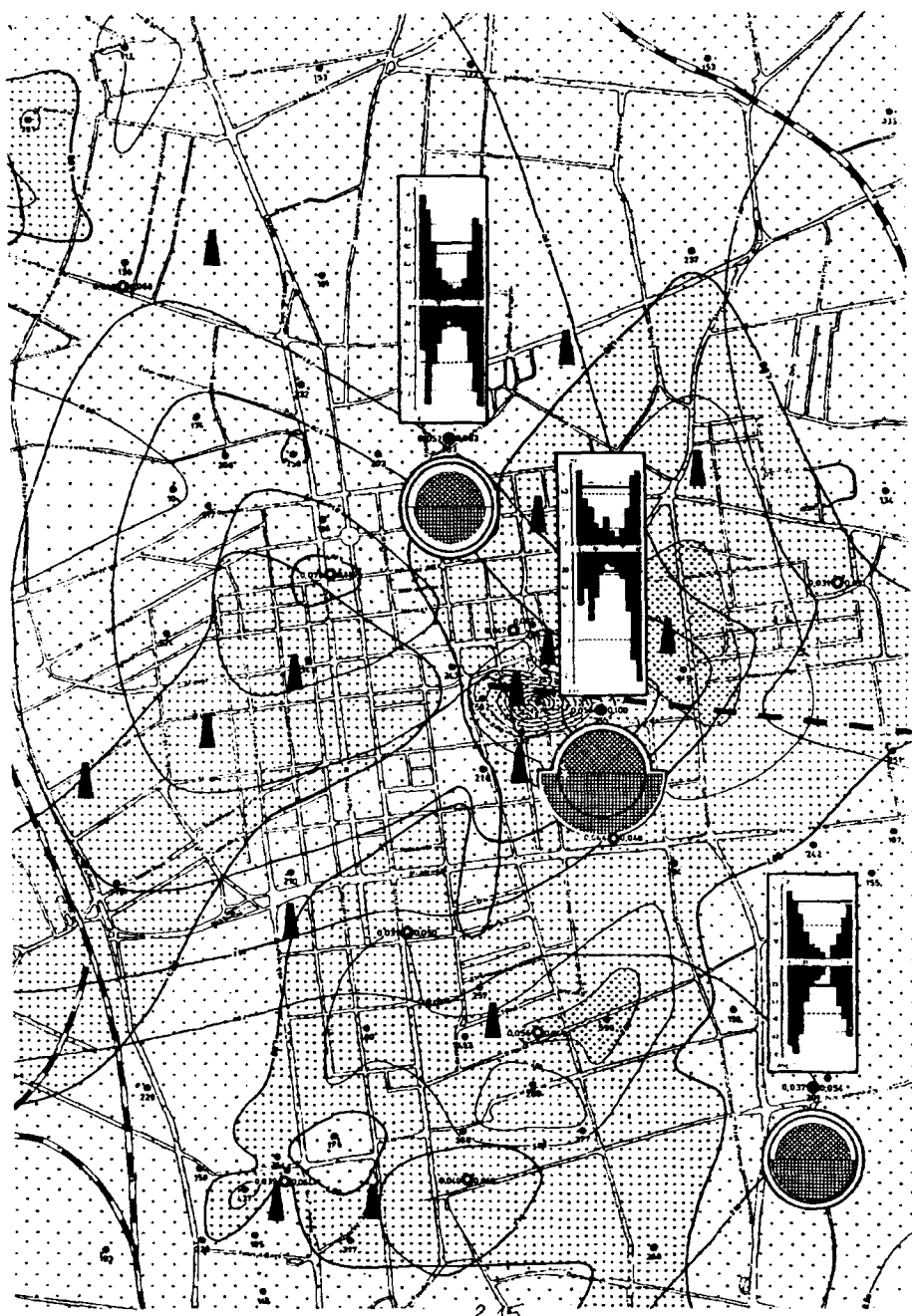
Szczególną uwagę zwrócić należy na wymienioną wyżej mapę przeglądową uzbrojenia terenu. Zawiera ona podstawowe informacje o rodzaju i rozmieszczeniu określonych elementów podziemnego, naziemnego i nadziemnego uzbrojenia terenu i stanowi część zasobu bazowo – użytkowego w ośrodkach dokumentacji geodezyjno – kartograficznej. Zasady jej sporządzania regulują wytyczne techniczne K-3.3. Mapa ta wykorzystywana jest przede wszystkim przy studiach nad uzbrojeniem terenu, w planowaniu przestrzennym oraz opracowaniach inżynierskich koncepcji przebudowy i rozbudowy sieci urządzeń. Na rysunku 2.13 przedstawiono fragment takiej mapy, zaś na rys. 2.14 – wyciąg z jej legendy.

Szczególnie na obszarach aglomeracji miejsko – przemysłowych istnieją dość bogate, z reguły, zbiory informacji prezentowanych na mapach tematycznych. Dotyczy to głównie map obiektów i zjawisk, będących przedmiotem zainteresowania Zespołów Uzgadniania Dokumentacji Projektowych (ZUDP). Oprócz wymienionych wyżej map przeglądowych uzbrojenia terenu, w skład tej grupy opracowań wchodzi mapy komunikacyjne, mapy zieleni miejskiej, mapy zanieczyszczeń komponentów środowiska, mapy wydanych decyzji lokalizacyjnych. Zestaw ten uzupełniają oczywiście mapa zasadnicza z całym operatem ewidencji gruntów i budynków, oraz mapy topograficzne.

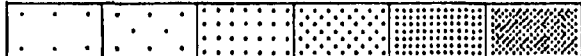
Na obszarach tych istnieją oczywiście także inne, na ogół bogate, choć nieuporządkowane w sensie formalnym i merytorycznym, zbiory informacji prezentowanej w sposób kartograficzny.

Są to mapy tematyczne sporządzane dla ilustracji bądź rozwiązywania określonych problemów przez różne instytucje.

Dostępność do tej części opracowań kartograficznych jest z reguły, utrudniona. Podstawową przyczyną jest, na ogół, brak katalogów map, w instytucjach je przechowujących.



Rys. 2.15. Fragment mapy zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego śródmieścia Łodzi

Lp.	Objaśnienia	Znak umowny	Uwagi
1	punkty pomiarowe opadu pyłów z wielkością opadu w $[t/km^2/rok]$	• 234	pierścien - siena
2	punkty pomiarowe stężeń SO_2 i pyłu zawieszonego z wielkościami stężeń średniorocznych w $[mg/m^3]$	0,056 ⊙ 0,023 0,067 ⊙ 0,123 345	opis: SO_2 - - oranż pył - sepia
3	punkty pomiarowe opadu pyłów i stężeń zanieczyszczeń z pomierzonymi wielkościami	▲	pierścien - j.w. opis - j.w.
4	główne emitory zanieczyszczeń powietrza	— 0,5 — — 1,0 — — 1,5 —	
5	izolinie rozkładu opadu pyłów w krotnościach dopuszczalnej normy	— 0,5 — — 1,0 — — 1,5 —	
6	izolinie rozkładu stężeń produktów spalania paliw w krotnościach dopuszczalnej normy		izolinie i ich opis - siena
7	skala opadu pyłów w krotnościach dopuszczalnej normy	 0 0,5 1,0 2,0 4,0 6,0 powyżej 6,0	
8	skala stężeń produktów spalania paliw w krotnościach dopuszczalnej normy	 0 0,5 1,0 2,0 4,0 6,0 powyżej 6,0	skala barwna: od jasno żółtej do sepia

Rys. 2.16. Legenda mapy zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego śródmieścia Łodzi



Na rysunku 2.15 przedstawiono fragment mapy zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego śródmieścia miasta Łodzi, zaś na rys. 2.16 legendę tej mapy.

2.7. Mapa zasadnicza

Mapa zasadnicza jest wielkoskalowym opracowaniem kartograficznym, zawierającym informacje o przestrzennym rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych oraz elementach ewidencji gruntów i budynków, a także elementach sieci nadziemnego, naziemnego i podziemnego uzbrojenia terenu.

W opracowanej przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii klasyfikacji map dla celów gospodarczych mapa zasadnicza zakwalifikowana została do klasy map tematycznych, grupy map gospodarczych. Jednak nader istotne jej znaczenie jako nośnika informacji przestrzennej oraz podstawy do sporządzania innych rodzajów map sprawia, że w schemacie podziału map tematycznych (por. rozdz. 2.6) występuje ona jako wydzielona podgrupa. Jako jedyna z map tematycznych sporządzana jest dla obszaru całego kraju zaś koszty jej sporządzania (podobnie jak map topograficznych) pokrywa się z budżetu państwa oraz ze środków Funduszu Gospodarki Zasobem Geodezyjnym i Kartograficznym. Proces sporządzania mapy zasadniczej regulują instrukcja K-1 i wytyczne techniczne.

Mapa zasadnicza nie jest sporządzona w jednej skali, jakby to mogła sugerować jej nazwa. Skala mapy zasadniczej zależy od:

- stopnia zagęszczenia terenu szczegółami sytuacyjnymi stanowiącymi jej treść,
- stopnia zainwestowania terenu w uzbrojenie podziemne,
- przewidywanych zamierzeń inwestycyjnych na danym obszarze.

Mapę zasadniczą sporządza się generalnie w skalach:

- 1 : 500 — dla terenów śródmiejskich oraz obszarów o zamierzonym wysokim stopniu zainwestowania,
- 1 : 1 000 — dla terenów peryferyjnych aglomeracji, terenów małych miast oraz terenów siedliskowych wsi — siedzib gmin,
- 1 : 2 000 — dla pozostałych zwartych terenów osiedlowych oraz terenów rolnych o drobnej, nieregularnej szachownicy stanu władania,
- 1 : 5 000 — dla terenów o rozproszonej zabudowie wiejskiej, gruntów rolnych i leśnych na obszarach gmin.

Obowiązuje zasada, że dla danego obszaru zakłada się i prowadzi mapę zasadniczą tylko w jednej skali, zazwyczaj największej dla danej kategorii terenu. Obszar terenu opracowany w danej skali ustalają granice administracyjne, naturalne bądź granice władania.

Mapę zasadniczą sporządza się na podstawie osnowy geodezyjnej, której współrzędne są określone w „układzie 1965”. Podział map na prostokątne arkusze sekcyjne jest podobny jak dla map topograficznych. Podstawą do określenia numeracji arkuszy mapy zasadniczej we wszystkich skalach jest arkusz podziałowy mapy topograficznej w skali 1 : 10 000. Godłem arkusza mapy zasadniczej jest godło arkusza mapy topograficznej uzupełnione cechą wynikającą z jego podziału. Wymiary ramek arkusza mapy zasadniczej są dla wszystkich skal jednakowe i wynoszą 500 × 800 mm.

Dla przedstawienia ukształtowania rzeźby terenu przyjmuje się układ wysokości liczony od zera mareografu w Kronsztadzie.

Mapa zasadnicza udostępniana jest użytkownikowi w postaci kopii ozalidowych, fotograficznych, kserograficznych bądź transparentowych.

Na treść mapy zasadniczej składają się:

- osnowa matematyczna, czyli m.in. punkty osnowy geodezyjnej poziomej i wysokościowej trwale zastabilizowane w terenie,
- granice państwa, podziału administracyjnego, obrębów ewidencji gruntów, działek, użytków gruntowych itp.,
- elementy antropogeniczne takie jak m. innymi budynki i budowle, ogrodzenie trwałe, urządzenia inżyniersko – techniczne nadziemne i naziemne, uzbrojenie podziemne, drogi i koleje oraz urządzenia im towarzyszące, cmentarze, pomniki, figury przydrożne itp.,
- elementy przyrodnicze takie jak wody i urządzenia towarzyszące, rzeźba terenu i sztucznie ukształtowane formy terenowe, rodzaje użytków gruntowych i pokrycie szatą roślinną itp.,
- opisy i skróty informacyjne związane z obiektami będącymi treścią mapy.

Na arkuszach mapy zasadniczej we wszystkich skalach znajdują się narożniki tzw. siatki kwadratów, pozwalające na rysowanie przez użytkownika mapy co 10 cm linii siatki współrzędnych prostokątnych.

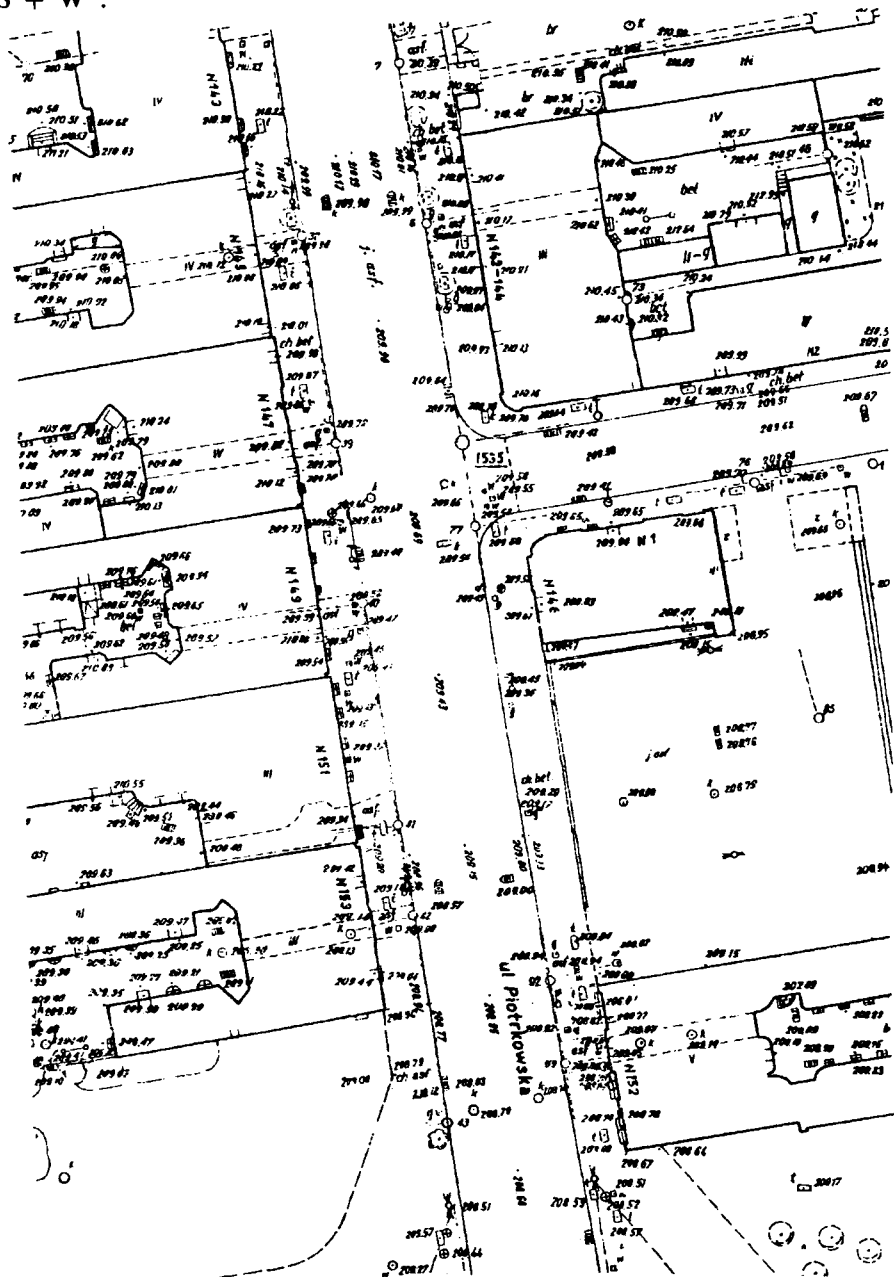
Mapa zasadnicza pokrywająca tereny wielkomiejskie, charakteryzujące się dużym zagęszczeniem sytuacyjnego zainwestowania i uzbrojenia terenu, sporządzana jest zwykle w postaci tzw. wielowarstwowych nakładek treści specjalnej na przezroczystym podkładzie, które po wzajemnym nałożeniu na siebie dają pełny i kompleksowy obraz terenu. Taki proces sporządzania mapy zasadniczej podyktowany został potrzebą uczynienia pewnych elementów jej treści, drogą eliminacji innych elementów nie będących przedmiotem zainteresowania użytkownika mapy.

Najczęściej sporządzanymi nakładkami są warstwy:

- „S” – sytuacyjna
- „W” – wysokościowa (rzeźba terenu)
- „U” – uzbrojenia terenu
- „E” – ewidencji gruntów.



Niekiedy warstwa „W” opracowywana jest łącznie z warstwą „S” na nakładce „S + W”.

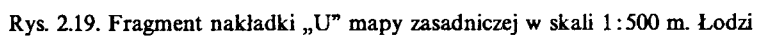


Rys. 2.17. Fragment nakładki „S + W” mapy zasadniczej w skali 1:500 m. Łodzi

Nr	Przedmiot sytuacyjny	Skala mapy zasadniczej				Objaśnienia w paragrafach
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000	
1	2	3	4	5	6	7
41.	BUDOWLE : BUDYNKI					89-106
41.1	Linia obrysu budynku ogniodopornego	— 85	— 85	— 85	— 85	○
41.2	Linia obrysu budynku ogniodopornego		— 85	— 85	— 85	○
41.3	Budynek o niepięciokątnej kopie (przy metodzie fotogrametrycznej)					
41.4	Budynek kultu religijnego (w skali mapy)					
41.5	chrześcijański					
41.6	niechrześcijański					
41.7	Symbol budynek kultu religijnego		— 85	— 85	— 85	96
41.8	ogniodoporny		— 85	— 85	— 85	
41.9	ogniodoporny		— 85	— 85	— 85	
42	Budynek w ruinie					97
43	Ruina zabudowa					98
44	Fundament budynku					99
45	Budowla ziemna (piwnica, lodownia)					○
46	Ciepłownia, szklarnia					○

Nr	Przedmiot sytuacyjny	Skala mapy zasadniczej				Objaśnienia w paragrafach
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000	
1	2	3	4	5	6	7
41.1	Komin fabryczny					100
41.2	w skali mapy					
41.3	symbol					
41.4	Wiatrak					
41.5	ogniodoporny					
41.6	ogniodoporny					
41.7	Wieża (ciśnień, przeciwpożarowa, widokowa)					100
41.8	Szalek publiczny walnostojący:					101
41.9	naziemny					
41.10	podziemny					
41.11	Oznaczenia budynków					102
41.12	gospodarczy					
41.13	inny					
41.14	liczba kondygnacji					
41.15	numer porządkowy					
41.16	Wieża					103
41.17	Galeria nadziemna					

Rys. 2.18. Wyciąg z katalogu znaków umownych mapy zasadniczej dla nakładki „S”
(wg Instrukcji K—1)



Nr.	Przedmiot sytuacyjny	Skala mapy zasadniczej				Objaśnienia w paragrafach
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000	
1	2	3	4	5	6	7
6.	UZBROJENIE PODZIEMNE					112-113
6.1	Os. przewodu podziemnego		_____			115
6.2	Krawędzie przewodów podziemnych		_____			
6.3	Przykłady opisu przewodów					
6.3.1	sieć wodociągowa		_____	_____		120
6.3.2	" kanalizacyjna		_____	_____		121
6.3.3	" ciepła		_____	_____		123
6.3.4	" telekomunikacyjna		_____	_____		124
	" " (krawędzie przewodów)		_____	_____		

Nr.	Przedmiot sytuacyjny	Skala mapy zasadniczej				Objaśnienia w paragrafach
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000	
1	2	3	4	5	6	7
6.3.5	sieć elektroenergetyczna		_____	_____		120
6.4	Zmiana średnicy lub sposobu inwentaryzacji przewodu wodociągowego		_____	_____		122
6.5	Miejsca na przewodach przewidziane do podłączeń:					
6.5.1	trójniki zaślępiane wodociągowe		_____	_____		
6.5.2	"wciniki" na przewodach kanalizacyjnych z prefabrykatów		_____	_____		
6.6	Punkt stały przewodu ciepłego (zakotwiczenie)		_____	_____		
6.7	Rzędne wysokości przewodów uzyskane z pomiaru		_____	_____		126, 127
6.7.1	z danych brzońowych		_____	_____		128

Rys. 2.20. Wyciąg z katalogu znaków umownych mapy zasadniczej dla warstwy „U” (wg Instrukcji K – 1)

Proces sporządzania mapy zasadniczej regulują instrukcja i wytyczne techniczne Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

Wszystkie mogące zainteresować użytkownika informacje zawiera instrukcja K – 1 pt. „Mapa zasadnicza”. Precyzuje ona m. innymi zasady rysowania i opisywania tej mapy, sposób jej podziału na arkusze i nadawania im godła, ustala szczegółowo treść mapy i dokładność pomiaru jej elementów. Integralną częścią tej instrukcji jest także katalog znaków umownych stosowanych przy sporządzaniu tej mapy.

Na rysunku 2.17 przedstawiono fragment nakładki sytuacyjno – wysokościowej (S + W) mapy zasadniczej, zaś na rys. 2.18 wyciąg z katalogu znaków umownych stosowanych przy jej rysowaniu.

Na kolejnych rysunkach zamieszczono fragment uzbrojenia terenu (U) mapy zasadniczej (rys. 2.19) oraz stosowny wyciąg z katalogu znaków umownych (rys. 2.20).

2.8. Sporządzanie map

Sporządzenie mapy jest skomplikowanym procesem twórczym, noszącym znamiona działalności naukowej i technicznej, w której uczestniczą często wieloosobowe zespoły wykonawców o różnych specjalnościach.

W procesie tworzenia i wydania mapy tematycznej wyróżnia się cztery zasadnicze, po sobie następujące etapy, a mianowicie:

- 1) prace redakcyjno – przygotowawcze,
- 2) opracowanie pierworysu redakcyjnego,
- 3) sporządzenie i korektę czystorysu, czyli egzemplarza mapy stanowiącego podstawę do jej reprodukcji,
- 4) reprodukcję map.

Jest to proces sporządzania map wydawanych drukiem. Dla niektórych map tematycznych (głównie o charakterze inwentaryzacyjno – ewidencyjnym) opracowano, uwzględniając powyższy proces instrukcje techniczne i inne przepisy wykonawcze. Wydawane są również atlasy metodyczne zawierające wzorcowe opracowania kartograficzne częścię spotykanych tematów. Jednak ze względu na bogactwo zagadnień przedstawionych w formie kartograficznej niemożliwe jest opracowanie instrukcji dla wszystkich rodzajów map.

2.8.1. Przepisy formalne i techniczne sporządzania typowych opracowań kartograficznych

Treść, dokładność i formę typowych prac kartograficznych określają instrukcje techniczne. Dla opracowań kartograficznych sporządzanych przez służby

geodezyjne stosowane są instrukcje wydane przez byłego Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Instrukcje resortowe powinny być opracowane przy zachowaniu zgodności z ogólnymi przepisami formalno – prawnymi zawartymi w instrukcjach i wytycznych b. GUGiK.

Przepisy techniczne zawarte w instrukcjach kartograficznych, nie ograniczają stosowania innych metod pracy, jeśli są one uzasadnione technicznie, ekonomicznie, a przede wszystkim merytorycznie – czyli właściwościami obiektów i zjawisk.

Przestrzeganie zawartych w instrukcjach zasad warunkuje otrzymanie wymaganego stopnia dokładności oraz jednolitości opracowań kartograficznych sporządzanych przez służby geodezyjno – kartograficzne.

Wydane przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii instrukcje techniczne w zakresie kartografii ustalają:

- 1) ogólne zasady techniczne opracowań kartograficznych kraju,
- 2) przedmiot, kryteria dokładnościowe, wzorce map oraz zalecane metody opracowań kartograficznych,
- 3) zasady aktualizacji map.

Ogólne zasady techniczne i porządkowe kartograficznego opracowania map w skalach od 1:250 i 1:500 000 przeznaczonych dla celów gospodarczych i społecznych ustala wydana przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii instrukcja techniczna 0–2 „Ogólne zasady opracowania map dla celów gospodarczych”. Przepisy tej instrukcji określają:

- 1) zasady klasyfikacji map ogólnogeograficznych i tematycznych,
- 2) założenia ogólne podstawy matematycznej map,
- 3) system podziału map na arkusze i sposób ich oznaczania,
- 4) ogólne zasady opracowania map:
 - topograficznych dla celów gospodarczych w skalach od 1:5 000 do 1:500 000,
 - tematycznych w skalach od 1:250 do 1:500 000.
- 5) ogólne zasady dotyczące opracowania i aktualizacji map.

Przepisy tej instrukcji ustalają, iż w dostosowaniu do klasyfikacji map według kryterium treści, obowiązują wydane przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii instrukcje techniczne dotyczące opracowania map, które otrzymują symbol K, a w szczególności:

- 1) instrukcja dotycząca zasad opracowania mapy zasadniczej otrzymuje oznaczenie K – 1,
- 2) instrukcja dotycząca zasad opracowania i reprodukcji map topograficznych do celów gospodarczych otrzymuje oznaczenie K – 2,
- 3) instrukcja dotycząca zasad opracowania i reprodukcji map tematycznych (z wyłączeniem mapy zasadniczej) otrzymuje oznaczenie K – 3.

Przepisy te składają się z dwóch części:

- części I – zwanej „instrukcją techniczną” zawierającej obowiązujące przepisy techniczne i parametry dokładnościowe opracowania, aktualizacji, reprodukcji i druku map,
- części II – zwanej „wytycznymi technicznymi” określającej warunki techniczne oraz procedury, które mogą być stosowane na poszczególnych etapach opracowania, aktualizacji, reprodukcji i druku map.

Zawarte w instrukcjach technicznych przepisy ogólne określają zakres treści i formę opracowań kartograficznych, oraz wymagania dokładnościowe. Przepisy te uzupełniają zawarte w wytycznych technicznych przykłady zalecanych do stosowania technologii oraz przykłady grafiki opracowań kartograficznych.

Kartograficzne instrukcje techniczne grupy K zawierają:

- 1) rodzaj i przeznaczenie mapy,
- 2) charakterystykę techniczną mapy,
- 3) normy techniczne ustalające treść, dokładność i graficzną formę mapy,
- 4) wzory, przykłady i objaśnienia ułatwiające i ujednolicające wykonanie prac.

Instrukcja techniczna K – 1 „Mapa zasadnicza”

Instrukcja K – 1 podaje zasady opracowania mapy zasadniczej w skalach 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000 i 1 : 5 000.

Przepisy tej instrukcji określają:

- pojęcie mapy zasadniczej, jej przeznaczenie i funkcje,
- odwzorowanie, układ współrzędnych, podział mapy na arkusze i ich format,
- metrykę mapy,
- skalę mapy,
- dokładność pierworysu,
- zakres treści mapy,
- zasady rysowania treści mapy,
- zasady opisywania mapy.

Istotnymi składnikami tej instrukcji są także:

- katalog znaków umownych,
- wzory opisu pozaramkowego oraz wzory wycinków mapy zasadniczej w różnych skalach opracowania.

W uzupełnieniu tej instrukcji wydano następujące wytyczne techniczne:

K – 1.1. dotyczące metryki mapy zasadniczej,

K – 1.2. dotyczące aktualizacji i modernizacji mapy zasadniczej,

- K – 1.3. dotyczące opracowania mapy zasadniczej z pomiarów bezpośrednich,
- K – 1.4. dotyczące opracowania rzeźby terenu z materiałów istniejących,
- K – 1.5. dotyczące sporządzania pierworysu mapy zasadniczej,
- K – 1.6. dotyczące sporządzania pierworysu mapy zasadniczej na podkładzie map fotograficznych,
- K – 1.7. dotyczące mapy zasadniczej sporządzonej w systemie nakładek,
- K – 1.8. dotyczące numerycznego opracowania mapy zasadniczej,
- K – 1.9. dotyczące techniki rysowania map,
- K – 1/K – 3.10. dotyczące reprodukcji kartograficznej małonakładowej.

Opracowanie odrębnej instrukcji dotyczącej mapy zasadniczej wynika z jej znaczenia jako:

- podstawowego materiału kartograficznego wykorzystywanego do różnorodnych potrzeb gospodarki narodowej, a w szczególności gospodarki ziemią, planowania przestrzennego, projektowania lokalizacji inwestycji itd.,
- źródłowego opracowania kartograficznego do sporządzania innych wielkoskalowych i średnioskalowych map tematycznych oraz aktualizacji mapy topograficznej w skali 1 : 10 000 (1 : 5 000).

Instrukcja techniczna K – 2 „Mapy topograficzne dla celów gospodarczych”

Przepisy zawarte w tej instrukcji określają:

- wymagania stawiane mapom topograficznym oraz ich przeznaczenie,
- podstawy matematyczne map, podział na arkusze i sposób ich oznaczania,
- podstawowe kryteria opracowania map,
- reprodukcję map,
- zasady aktualizacji map topograficznych,
- zasady kontroli i odbioru prac.

W uzupełnieniu do tej instrukcji opracowano wytyczne techniczne:

- K – 2.1. dotyczące znaków umownych dla map w skalach 1 : 5 000 i 1 : 10 000,
- K – 2.2. dotyczące znaków umownych dla map w skalach 1 : 25 000 – 1 : 100 000,
- K – 2.3. dotyczące map fotograficznych – fotomap,
- K – 2.4. dotyczące metryki mapy topograficznej w skalach 1 : 5 000 i 1 : 10 000,
- K – 2.5. dotyczące metryki mapy topograficznej w skalach 1 : 25 000 i 1 : 50 000,
- K – 2.6. dotyczące fotogrametrycznego zdjęcia lotniczego,
- K – 2.7. dotyczące opracowania pierworysu podstawowych map topograficznych,
- K – 2.8. dotyczące aktualizacji map topograficznych w skalach 1 : 5 000 i 1 : 10 000.



Instrukcja techniczna K–3 „Mapy tematyczne”

Instrukcja K–3 „Mapy tematyczne” zawiera ogólne przepisy techniczne obowiązujące w procesie opracowywania map tematycznych przeznaczonych dla gospodarki narodowej, z wyłączeniem map tematycznych powstających z przetwarzania obrazów satelitarnych i lotniczych oraz mapy zasadniczej.

Instrukcja ta stanowi zbiór ustaleń obejmujących:

1) w zakresie postanowień ogólnych:

- pojęcie map tematycznych,
- ogólną klasyfikację map tematycznych,
- skale map, odwzorowanie, podział na sekcje i system oznaczenia arkuszy,
- treść map tematycznych;

2) w zakresie zasad redagowania map tematycznych:

- zakres prac redakcyjno – przygotowawczych,
- etapy opracowania map,
- sposoby reprodukcji map tematycznych;

3) w zakresie ogólnych zasad porządkowych:

- metrykę mapy,
- kontrolę opracowań kartograficznych,
- autoryzowania map tematycznych.

Integralną częścią tej instrukcji są dwa załączniki zawierające:

- szczegółowy podział map tematycznych na: zespoły, grupy, podgrupy oraz przykładowe rodzaje map,
- wzór metryki mapy tematycznej.

W uzupełnieniu do tej instrukcji opracowano następujące wytyczne techniczne:

K–3.1. „Mapy społeczno – gospodarcze” w skalach 1:5 000, 1:10 000 i 1:25 000,

K–3.2. „Sporządzanie map inżyniersko – gospodarczych zakładów przemysłowych metodą stereofotogrametryczną”,

K–3.3. „Mapa przeglądowa uzbrojenia terenu”,

K–3.4. „Mapy przyrodnicze”.

Wytyczne techniczne K–3.1. opracowano w celu ujednolicenia sposobu opracowań map społeczno – gospodarczych. Składają się one z 12 części tematycznych dotyczących kolejno:

- I. Mapy sieci wodociągowej,
- II. Mapy sieci kanalizacyjnej,
- III. Mapy sieci ciepłej,
- IV. Mapy sieci gazowej,
- V. Mapy sieci elektroenergetycznej,

- VI. Mapy sieci telekomunikacyjnej,
- VII. Mapy dokumentacyjnej odniesień przestrzennych w skalach 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000 i 1:25 000
- VIII. Mapy wybranych elementów ograniczeń dyspozycyjności terenu,
- IX. Mapy gęstości zaludnienia i rozmieszczenia ludności,
- X. Mapy rozmieszczenia i charakterystyki usług,
- XI. Mapy rozmieszczenia miejsc zamieszkania,
- XII. Mapy rozmieszczenia miejsc pracy.

Wytyczne dla każdej z tych map zawierających 3 załączniki:

- przykład mapy w skali 1:5 000,
- przykład mapy w skali 1:25 000,
- wykaz znaków umownych.

Wytyczne techniczne K – 3.2. opracowane zostały w celu ujednolicenia sposobu pomiaru, stworzenia racjonalnych warunków sporządzania map zakładów przemysłowych i dalszego ich wykorzystywania przy sporządzaniu i aktualizacji mapy zasadniczej.

Wytyczne te mają charakter wskazówek technologicznych, które wraz z załącznikami służą pomocą przy sporządzaniu mapy inżynieryjno – gospodarczej na podstawie zdjęć lotniczych.

Załączniki do tej instrukcji zawierają m.in.:

- wzory wycinka mapy zakładu przemysłowego w skali 1:5 000 w systemie makładek: sytuacji powierzchniowej (S), rzeźby terenu (W), szczegółów sytuacyjnych znajdujących się powyżej powierzchni terenu (N),
- znaki umowne: wyciąg z geodezyjnej instrukcji resortu przemysłu ciężkiego oraz przykłady znaków rozjazdów kolejowych.

Wytyczne techniczne K – 3, 3. opracowane zostały w celu ujednolicenia formy i sposobów wykonywania map przeglądowych uzbrojenia terenu, stanowiących część zasobu bazowo – użytkowego w ośrodkach dokumentacji geodezyjno – kartograficznej.

Mapa przeglądowa uzbrojenia terenu zawiera podstawowe informacje o rodzaju i rozmieszczeniu określonych elementów podziemnego, naziemnego i nadziemnego uzbrojenia terenu.

Wytyczne zawierają następujące załączniki:

- wykaz znaków umownych,
- wzorzec mapy podkładowej dla mapy przeglądowej uzbrojenia terenu w skali 1:5 000 (fragment arkusza),
- wzory nakładek mapy przeglądowej uzbrojenia terenu w skali 1:5 000 dla poszczególnych rodzajów sieci urządzeń,
- wzory mapy przeglądowej uzbrojenia terenu w skali 1:5 000 dla poszczególnych rodzajów sieci urządzeń.

Wytyczne techniczne K – 3.4. opracowano w celu ujednolicenia sposobu opracowań i metod graficznej prezentacji następujących map:

- I. mapy hydrograficznej,
- II. mapy warunków fizjograficznych,
- III. mapy hipsometrycznej warstwowej – barwnej,
- IV. mapy spadków terenu.

Dwie pierwsze mapy to opracowania kartograficzne w skali 1 : 50 000, skale map następnych to 1 : 10 000 i 1 : 25 000.

Proces opracowania i wydawania wytycznych technicznych z grupy K – 3 jest kontynuowany.

2.9. Atlasy, systemy i zbiory użytkowe map

Pełne odzwierciedlenie rzeczywistości na obszarach o rozbudowanej strukturze funkcjonalno – przestrzennej uzyskać można środkami kartograficznymi poprzez dwa modelowe sposoby:

- poprzez jednolite pod względem organizacyjnym i redakcyjnym przygotowanie zestawu map różniących się tematyką, lecz wspólnie dających charakterystykę grupy zjawisk składających się na całość, ich związków i wzajemnych uwarunkowań,
- przez organizacyjne niezależne, ale koordynowane w zakresie założeń redakcyjnych, opracowanie serii różnych map tematycznych, zapewniających ich porównywalność, wzajemne dopełnianie się i w konsekwencji dogodność łącznego wykorzystywania.

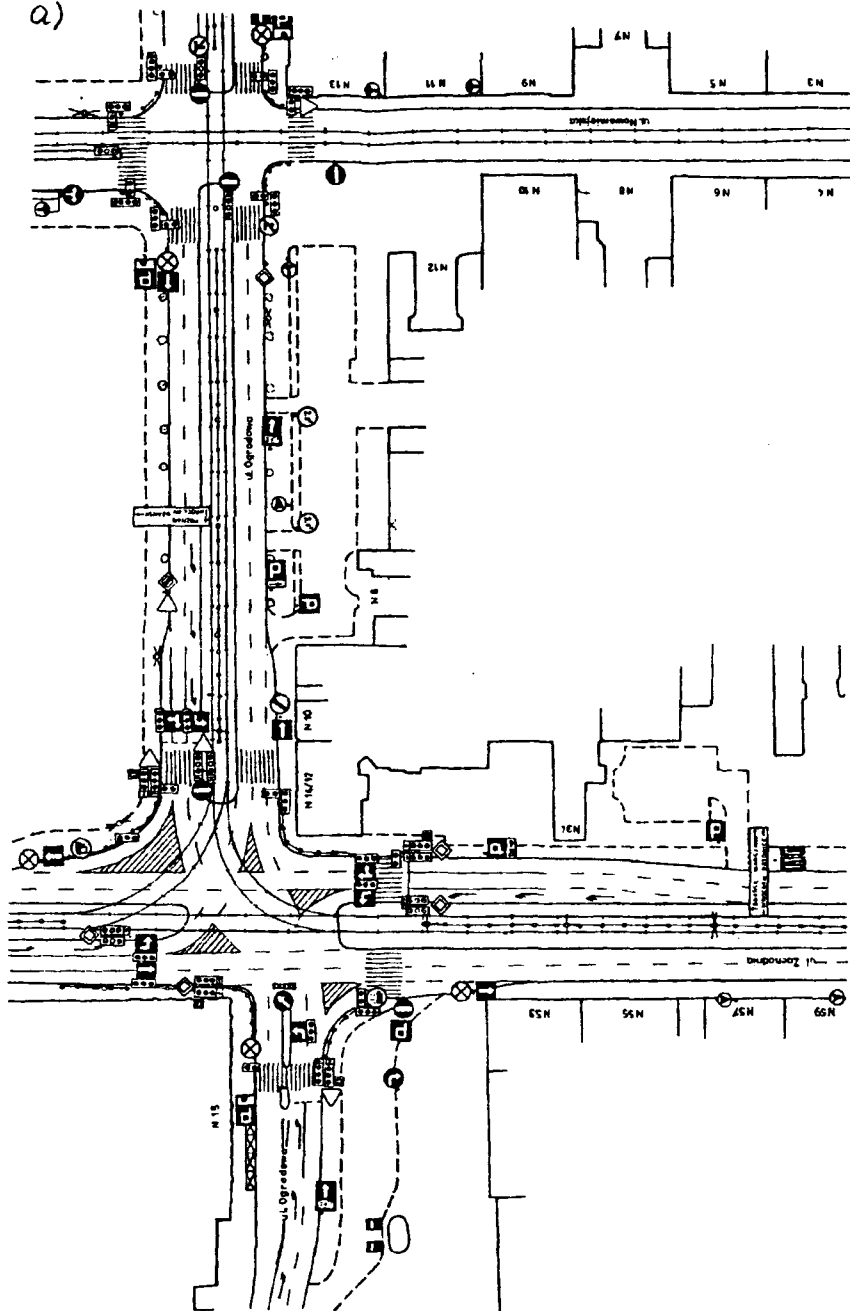
Pierwszy z tych sposobów prowadzi do opracowania atlasów map tematycznych, następstwem zaś drugiego jest budowa systemów takich map.

Pod podjęciem systemu map tematycznych należy rozumieć, przede wszystkim, precyzyjnie skonstruowany system informacji przekazywanych za pośrednictwem serii map. Z tego względu całościowe systemy kartograficzne dla takich obszarów jeszcze nie funkcjonują, a ich wdrożenie jest przedsięwzięciem bardzo skomplikowanym, pracochłonnym i kosztownym.

Skomplikowanym merytorycznie i technicznie problemem jest również opracowanie atlasu map tematycznych, stanowiącego systematyczny zestaw map o odpowiednio dobranej treści i układzie, składających się na metodycznie i treściowo zamkniętą całość.

W Polsce ukazały się do tej pory tylko nieliczne takie wydawnictwa, stanowiące monograficzne ujęcia problematyki miasta lub województwa. Atlasy map tematycznych miast opracowano dla Warszawy (rok wydania 1975), Poznania (1978) oraz Krakowa (1988). Wojewódzkie atlasy map tema-

a)



b)

Nr	Objaśnienie	Znak
7	Przejazd podziemny, tunel	
8	Maszt, słup nośny znaku	
9	Latarnia jako słup nośny znaku	
10	Tor tramwajowy	
11	Barierki ochronne, płotki rozdzielające	
12	Łańcuchy ochronne	
ZNAKI DROGOWE		
13	Znaki zakazu i nakazu	
14	Znaki ostrzegawcze	
15	Znaki informacyjne	
16	Znaki zakazu i nakazu podświetlone	
17	Znaki ostrzegawcze podświetlone	
18	Znaki informacyjne podświetlone	

Rys. 2.21. Fragment mapy oznakowania dróg i ulic w skali 1:1 000 z Atlasu metodycznego map tematycznych województwa miejskiego łódzkiego (a), wyciąg z legendy mapy oznakowania dróg i ulic (b)

tycznych wydano dla województwa katowickiego (1971), województwa miejskiego krakowskiego (1979), województwa bielskiego (1981).

Od postaci powyższych atlasów monograficznych odbiega zawartość treściowa i struktura tematyczna „Atlasu województwa legnickiego”. Najwięcej miejsca przeznaczono w nim na przedstawienie zagadnień dotyczących poszczególnych składników środowiska przyrodniczego oraz jego przekształcenia i wykorzystania.

Atlasy powyższe adresowane są głównie do władz administracyjnych i samorządowych, instytucji naukowych i oświatowych oraz służb planistycznych. Ze względu na skale opracowań ($1:50\,000$ – mapy w atlasach miejskich; $1:200\,000 \div 1:500\,000$ – mapy w atlasach wojewódzkich) i stosowny do nich stopień uogólnienia treści, przydatność tych atlasów do zadań inżynierii środowiska widzieć należy głównie na poziomie prognozowania i projektowania działań w makroskali.

Jako przykład wąkospecjalistycznego atlasu wielkoskalowych map tematycznych wymienić można atlas map sozologicznych miast województwa katowickiego. Zawiera on sporządzane w skali $1:10\,000$ mapy: przeglądową, gospodarki wodno – ściekowej, terenów zielonych i przeobrażeń powierzchni ziemi, stanu sanitarnego powietrza oraz opracowane w skali $1:50\,000$ mapy zanieczyszczenia gleby i powietrza poszczególnymi związkami chemicznymi.

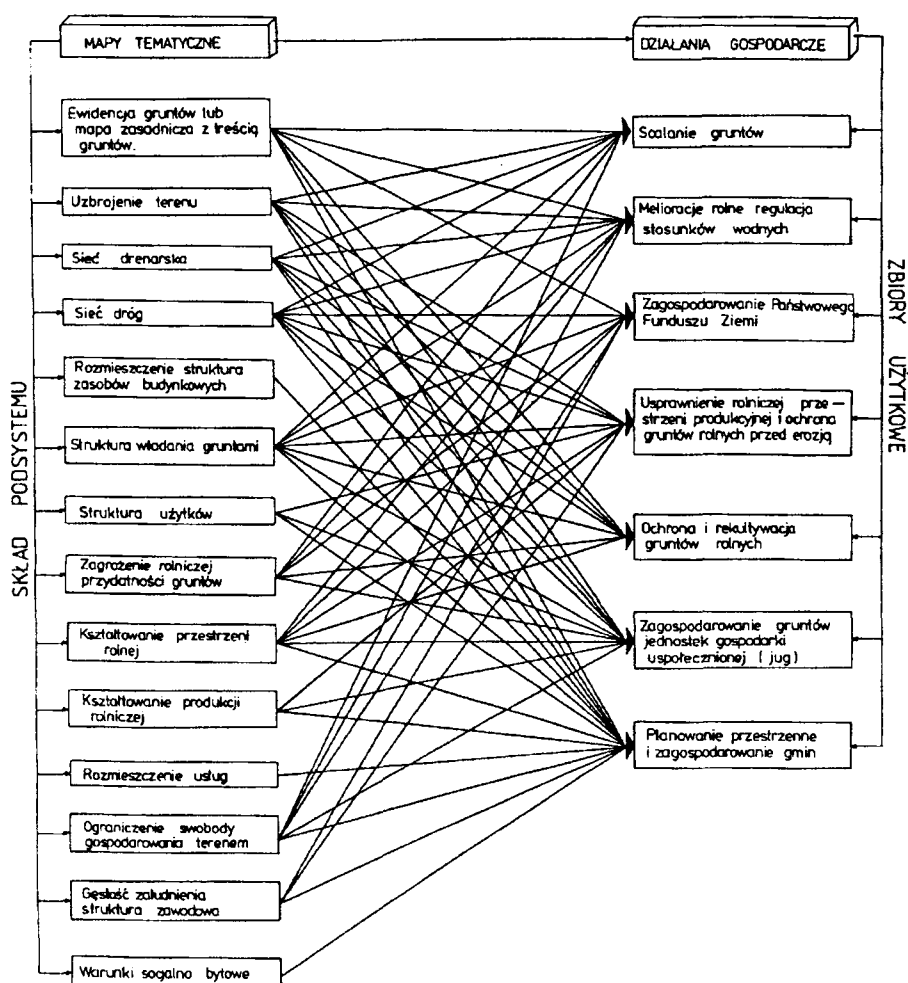
Omawiając wydawnictwa atlasowe można zwrócić uwagę na fakt, że opracowywane są także atlasy metodyczne zawierające przykładowe opracowania kartograficzne tematów najczęściej interesujących użytkowników map. Jako przykład takiego opracowania wymienić można „Atlas metodyczny map tematycznych województwa miejskiego łódzkiego”, wykonany w Politechnice Łódzkiej w 1986 r. na zamówienie wydziału Geodezji i Gospodarki Gruntami Urzędu m. Łodzi. Opracowanie to składa się z dwóch części:

- zbroszowanego zbioru 34 fragmentów metodycznych map tematycznych,
- opracowania tekstowego zawierającego opis tych map, z omówieniem materiałów źródłowych wykorzystanych przy ich sporządzaniu, mapy podkładowej, sposobu klasyfikacji treści, zasad konstrukcji legendy itp., oraz wskazaniem głównych adresatów i przeznaczenia mapy.

Na rysunku 2.21 przedstawiono fragment mapy oznakowania dróg i ulic z tego Atlasu.

Zbiór użytkowy map tematycznych można zdefiniować jako zestaw map tematycznych tworzony dla zaspokojenia zapotrzebowania na informacje niezbędne do realizacji ściśle określonego zadania społecznego, gospodarczego itp. na określonym obszarze.

Ilustracją sposobu tworzenia zbiorów użytkowych dla konkretnych działań gospodarczych jest rys. 2.22.



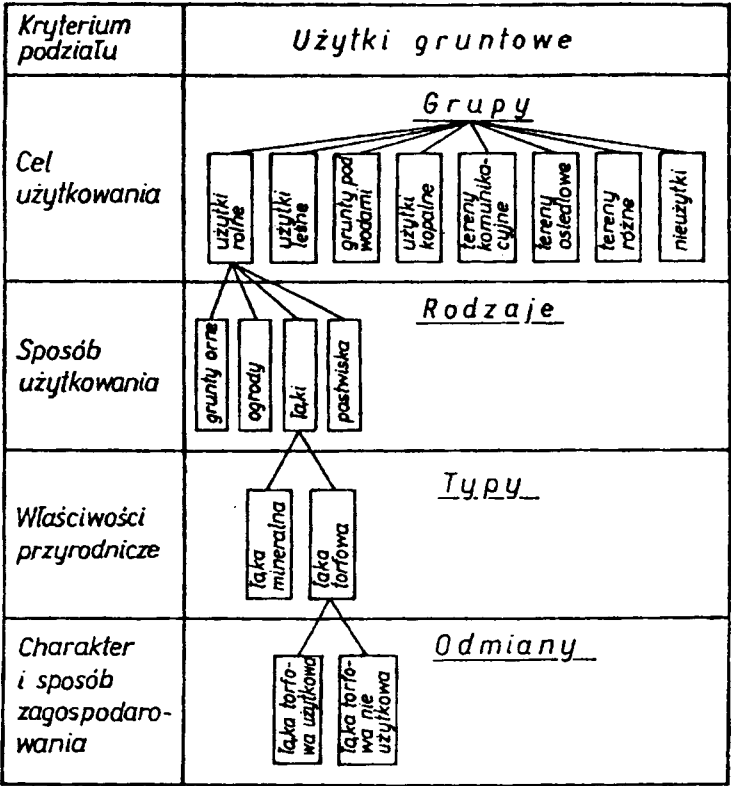
Rys. 2.22. Schemat tworzenia zbiorów użytkowych w ramach podsystemu map społeczno-gospodarczych dla potrzeb racjonalnego użytkowania obszarów wiejskich (wg K. Podlachy)

Usystematyzowane na podstawie ogólnych założeń mapy tematyczne o wyselekcjonowanej, a zarazem spójnej rodzajowo problematyce (mapy społeczno-gospodarcze dla potrzeb racjonalnego użytkowania obszarów wiejskich) pozwalają na tworzenie użytkowych zbiorów o charakterze wąskospecjalistycznym z wyraźnie ukierunkowanym celem, drogą doboru poszczególnych map. Na przykład w skład zbioru użytkowego map dla potrzeb ochrony i rekultywacji gruntów rolnych mogłyby, zgodnie z tym rysunkiem, wejść mapy:

ewidencji gruntów, uzbrojenia terenu, sieci drenarskiej, sieci dróg, struktury władania gruntami, zagrożeń rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz kształtowania przestrzeni rolniczej.

2.10. Ewidencja gruntów i budynków

Powierzchnię Ziemi pokrywają różne obiekty powierzchniowe, które można dzielić i systematyzować według różnych kryteriów. Jeżeli jako kryterium podziału przyjąć jednolity sposób wykorzystania ziemi (gruntu), wyodrębnią się obiekty powierzchniowe, które bez względu na ich wielkość, nazywa się użytkami gruntowymi.



Rys. 2.23. Schemat podziału użytków gruntowych (wg A. Hopfera i M. Urbana)

Istnieje oczywiście wiele sposobów użytkowania ziemi i dlatego istnieje też wielka różnorodność użytków gruntowych. Można je systematyzować według różnych kryteriów. Przykład jednej z możliwych systematyk ilustruje schemat podany na rys. 2.23. Ilustruje on sposób podziału użytków gruntowych według stanu istniejącego w terenie, a więc praktycznie według funkcji jaką w chwili inwentaryzacji pełnił dany użytek. Inną ilustracją klasyfikacji użytków według ich przeznaczenia jest na przykład miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (por. rozdz. 2.11). Oprócz stanu istniejącego istotne jest także określenie potencjalnej przydatności użytków. Według stanu istniejącego jakiś wyodrębniony obszar gruntu został sklasyfikowany np. jako nieużytek, zaś według swej przydatności mógłby być np. użytkiem rolnym.

Przykładem ujęcia użytków według ich przydatności jest np. gleboznawcza klasyfikacja gruntów. Dostarcza ona szczegółowych danych o obszarach i rozmieszczeniu gruntów zaliczonych do poszczególnych klas bonitacyjnych, a także rozmieszczenia poszczególnych odmian gleb z uwidocznieniem ich właściwości rolniczych, takich jak skład mechaniczny, stosunki wodne, kwasowość, przydatność pod poszczególne rośliny uprawne oraz inne cechy ważne z punktu widzenia gospodarowania rolniczą przestrzenią produkcyjną.

Wśród wielu możliwych do zastosowania kryteriów rozróżniania obiektów powierzchniowych znajduje się także władanie (mienie) czyli prawo dysponowania rzeczą, w tym przypadku obiektem powierzchniowym. Kodeks Cywilny (Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. z późniejszymi zmianami) wyróżnia własność, współwłasność, użytkowanie wieczyste oraz prawa rzeczowe ograniczone: użytkowanie, służebność, zastaw, własnościowe spółdzielcze prawo do lokalu mieszkalnego, spółdzielcze prawo do lokalu użytkowego, prawo do domu jednorodzinnego w spółdzielni mieszkaniowej i hipotekę. Ponadto własności Skarbu Państwa i gminy mogą być przekazywane osobom prawnym w zarząd.

Podział ziemi według władania nie pokrywa się oczywiście z podziałem na użytki gruntowe. Podział ziemi według władania stwarza, niezależnie od użytków gruntowych, obiekty, które nazywa się działkami gruntu.

Granice działki oddzielają je od gruntów o odmiennym stanie prawnym. Granica jest określana przez ciąg punktów trwale oznaczonych na gruncie lub których położenie możliwe jest do odtworzenia metodami geodezyjnymi. Pod pojęciem działki należy więc rozumieć ciągłą część powierzchni ziemi, stanowiącą przedmiot odrębnego władania.

Elementy trzech wyróżnionych podziałów obiektów powierzchniowych, tj. podział wg stanu faktycznego użytkowania na użytki, podziału wg potencjalnej przydatności rolniczej gleb na kontury klasyfikacyjne oraz podział wg władania na działki jednoczy system ewidencji gruntów i budynków. Zgodnie z Prawem

geodezyjnym i kartograficznym (Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. z późniejszymi zmianami) ewidencja gruntów i budynków jest urzędową rejestracją stanów faktycznych w zakresie podmiotowym (osoby fizyczne i prawne) i przedmiotowym (działki i budynki oraz lokale) przewidzianym dla inwentaryzowanych obiektów. Ewidencja ta ma charakter powszechny, obejmuje całe terytorium kraju i stanowi integralną część krajowego systemu informacji o terenie. Szczególne cele, którym służy zgodnie z Ustawą ewidencja gruntów i budynków to:

- oznaczenie nieruchomości w księgach wieczystych,
- wymiar podatku (od nieruchomości, rolnego, leśnego),
- naliczanie opłat z tytułu władania gruntami Skarbu Państwa i gminy, opłat adiacenckich i melioracyjnych,
- zagospodarowanie przestrzenne terenu,
- ochrona gruntów rolnych i leśnych oraz ekologicznie zagrożonych,
- rynkowy obrót nieruchomościami,
- przeprowadzenie Narodowych Spisów Powszechnych, spisów rolnych i innych.

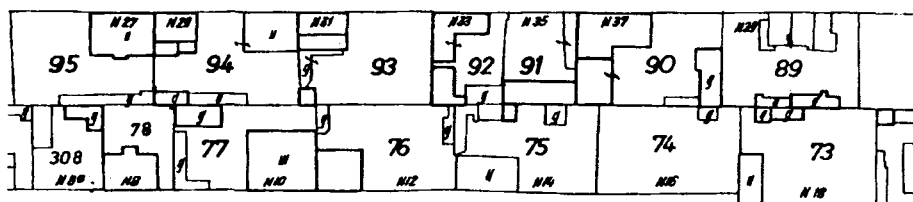
Dla celów ewidencyjnych obszar kraju dzieli się na jednostki ewidencyjne. Jednostkę ewidencyjną stanowi obszar gruntów zawartych w granicach ewidencyjnych gminy. Obszar jednostki ewidencyjnej dzieli się na obręby. Obszar obrębu tworzy całkowita liczba legalnie wyodrębnionych działek gruntowych (przeciętnie ok. 300 działek). Jest to jednostkowy obszar ewidencji gruntów i budynków właściwy do celów operatywnego zarządzania zbiorem danych ewidencyjnych.

Działkę już zdefiniowaliśmy wyżej. Za budynek zaś uważa się obiekt posadowiony na stałym fundamencie, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych i dachu i wymagający pozwolenia na budowę. Za budynek uważa się również segment w układzie bliźniaczym lub szeregowym oraz część obiektu o odmiennym przeznaczeniu użytkowym, wyodrębnioną w układzie pionowym.

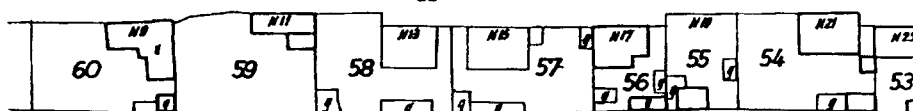
Treść map ewidencji gruntów i budynków zwanej krótko mapą ewidencyjną stanowi:

- przebieg granic jednostek ewidencyjnych, obrębów, działek, użytków gruntowych i konturów klasyfikacyjnych,
- numery działek i oznaczenia skrótów dla konturów klasyfikacyjnych i użytków gruntowych (np. Ps IV – pastwisko trwale na gruntach czwartej klasy, RII – grunt orny drugiej klasy, Ba – tereny zabudowane przemyślowe na gruntach nie klasyfikowanych itp),
- obrysy budynków i ich oznaczenie rodzajowe,
- uzupełniające opisy identyfikacyjne i adresowe takie jak np. nazwy jednostek podziału administracyjnego, nazwy ulic, rzek, jezior itp.

+



65



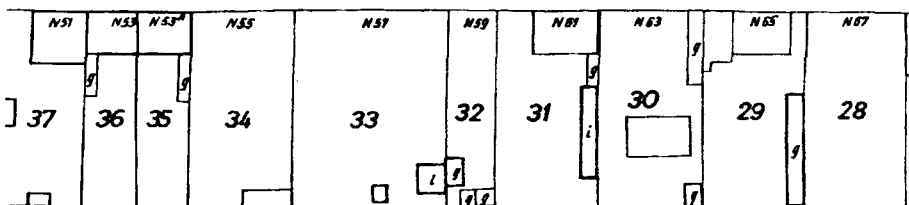
48

A-V

R-IV b

ul Mazowiecka

46

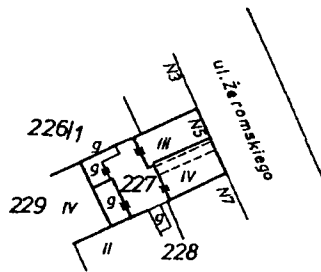


R-V

11

Imię i nazwisko właściciela	Nor. prc
Skarb Państwa	Repl

słownie powierzchnia ogólna



	Wrys z mapy ewidencji gruntów Obręb Nr P-9 Arkusz mapy Nr 3
m. ŁÓDŹ dzielnica Łódź - Polesie ul. Żeromskiego 5	SKALA 1:1000 Mapa niniejsza przedstawia przebieg granic według faktycznego stanu użytkowania pomiarzonego na gruncie w 1987 roku a sprawdzonego w miesiącu maju 1992

Rys. 2.25. Fragment wyrys z mapy ewidencji gruntów

Mapa ewidencyjna jest pochodną mapy zasadniczej danego obszaru i sporządza się ją z reguły w skali 1 : 1 000 dla terenów miasta, zaś dla terenów pozostałych w skalach mniejszych (1:2 000, 1:5 000). Na rysunku 2.24 przedstawiono fragment mapy ewidencyjnej obrębu miasta Łodzi.

Informacje zawarte w operatach gruntów są jawne, to znaczy, że na wniosek organów administracji państwowej, właściciela bądź władającego gruntem są wydawane odpłatnie wyrysy z mapy ewidencji gruntów i wypisy z rejestru ewidencji gruntów, dotyczące działek stanowiących własność lub pozostających we władaniu tych osób. Na rysunku 2.25 przedstawiono przykład fragmentu wyrysu, zaś na rysunku 2.26 przykładowy formularz wypisu z rejestru ewidencji gruntów.

Dokumenty takie są niezbędne m.in. do założenia nowej księgi wieczystej dla nieruchomości oraz dokonania zmian w tym zakresie w księdze istniejącej.

Podstawowym elementem ewidencji gruntów i budynków ułatwiającym ujęcie danych ewidencyjnych, jest działka. Działki położone na obszarze danego obrębu, będące własnością lub we władaniu tej samej osoby fizycznej lub prawnej tworzą jednostkę rejestrową. Dla celów statystycznych, jednostki te zestawiane są w grupach rejestrowych. Prawo geodezyjne i kartograficzne o ewidencji gruntów ustala 10 takich grup rejestrowych, a ponadto dla własności Skarbu Państwa – 5 podgrup rejestrowych oraz dla własności spółdzielczej 3 podgrupy rejestrowe.

Dokumentami podstawowymi prowadzonymi w obrębach ewidencyjnych są rejestr gruntów, rejestr budynków, kartoteka budynków i mapa ewidencji gruntów i budynków.

Informacje i dane Rejestru Gruntów określają:

- jednostkę rejestrową i stan prawny gruntów ujętych w tej jednostce (własność, współwłasność, inne formy władania gruntami),
- numer działki gruntowej i numer arkusza mapy na której ta działka została przedstawiona,
- wielkość pola powierzchni działki i jej elementów składowych.

Elementami składowymi działek, dla których dokonuje się wpisów pola powierzchni są:

- użytki gruntowe wyodrębnione w działce,
- kontury rolniczej klasyfikacji gleboznawczej występujące w obrębie użytków.

Strukturę informacji zawartej w rejestrze gruntów ilustruje w skrócie tabela 2.2. Zawiera ona m.in. wszystkie rozróżniane dla celów ewidencji gruntów grupy użytków gruntowych oraz występujące w ich obrębie rodzaje takich użytków, charakteryzujących istniejący stan zagospodarowania terenu. Ponadto wykazuje się liczbę budynków zapisanych w Kartotece Budynków i listę związanych z działką pozycji rejestru budynków.

Zawarte w rejestrze gruntów ogólne pole powierzchni działki zapisywane było przy zakładaniu ewidencji z dokładnością do 1 m^2 ($0,0001 \text{ ha}$) na terenach miast i osiedli, oraz z dokładnością do 100 m^2 ($0,01 \text{ ha}$) na pozostałych terenach. Przy odnawianiu ewidencji gruntów stosuje się dokładność zapisu 1 m^2 praktycznie dla wszystkich terenów.

Opisy ewidencyjne budynków wyodrębnionych w działce ze względu na inną osobę właściciela zestawia się w oddzielny rejestr budynków. Zestaw opisów budynków stanowiących integralną część nieruchomości gruntowej (należących do tego samego właściciela co grunt, na którym są posadawiane) nosi nazwę kartoteki budynków.

Pozycje rejestrowe rejestru budynków zblokowane są i uporządkowane według kryteriów podmiotowych czyli według osoby władającego budynkiem.

W kartotece budynków natomiast opisy budynków zblokowane i uporządkowane są według przynależności do określonej działki. Dane porządkowe o budynku określają:

- identyfikator budynku w systemie krajowym,
- jednostkę rejestrową i stan prawny budynku,
- nazwę własną budynku i ewentualny numer wpisu do rejestru zabytków.

Prócz danych porządkowych w rejestrze budynków lub katalogu budynków wykazuje się następujące dane opisowe:

- rodzaj budynku,
- wiek budynku,
- powierzchnia użytkowa budynku,
- wysokość do dachu,
- liczba kondygnacji nadziemnych,
- rodzaj ścian zewnętrznych,
- rodzaje technicznego uzbrojenia terenu, na którym stoi budynek.

Opis budynku mieszkalnego zawiera ponadto:

- liczbę lokali mieszkalnych,
- liczbę wyodrębnionych lokali na cele handlowe bądź usługowe,
- liczbę garaży.

Dla potrzeb ewidencji budynków ustalono następujące rodzaje budynków:

- przemysłowe,
- transportu i łączności,
- handlowe i usługowe,
- składowe,
- biurowe,
- ochrony zdrowia i opieki społecznej,
- mieszkalne,

- oświaty, nauki i kultury,
- produkcyjne i usługowe rolnictwa,
- inne.

O zaliczeniu budynku do określonego rodzaju decyduje jego przeznaczenie lub przeznaczenie jego większej części, a nie tymczasowa funkcja użytkowa.

Ewidencja budynków jest obecnie w fazie budowy. Powszechne jej wdrożenie związane jest z rozwojem systemu informacji o terenie (SIT) – por. rozdz. 2.12.

2.11. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego

Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego zbiorami danych, dotyczących przeznaczenia i zagospodarowania obszarów nimi objętych, sporządza się dla miasta, gminy, ich części lub zespołów takich jednostek podziału terytorialnego, jako plany ogólne i szczegółowe.

Miejscowy plan ogólny określa warunki przestrzennego zagospodarowania oraz cele i zasady polityki przestrzennej obszaru nim objętego, a także ustala tereny dla których sporządza się miejscowe plany szczegółowe.

Miejscowy plan szczegółowy określa przeznaczenie gruntów, wyznacza linie rozgraniczające te grunty, ustala zasady uzbrojenia terenu oraz kształtowania zabudowy, a w miarę potrzeby również inne warunki i wytyczne. Plan miejscowy stanowi zatem podstawę gospodarki gruntami, wydania decyzji w sprawie wykorzystania gruntów na cele inwestycyjne, decyzji o zmianie sposobu wykorzystania gruntów oraz o wyłączeniu z produkcji rolniczej lub leśnej gruntów przeznaczonych na inne cele. Obszary, dla których plan miejscowy ustala inne, konkretne przeznaczenie, mogą być wykorzystywane w sposób dotychczasowy do czasu ich zagospodarowania zgodnie z planem. Na obszarach takich mogą być budowane obiekty tymczasowe, niezbędne do prawidłowego wykorzystania gruntów oraz obiekty, które mogą być adaptowane do przyszłego, zgodnego z planem, sposobu użytkowania.

Informację o przystąpieniu do sporządzania planu miejscowego podaje się do publicznej wiadomości w prasie lokalnej, przez obwieszczenie lub w inny sposób zwyczajowo przyjęty w danej miejscowości. W podobny sposób informuje się także społeczność lokalną o wyłożeniu do publicznego wglądu sporządzonego planu. Pozwala to wszystkim zainteresowanym (w tym również osobom fizycznym) na zgłaszanie uwag i wniosków dotyczących sposobu zagospodarowania przestrzennego danego obszaru.

Podstawowymi dokumentami zbioru danych miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego są ustalenia i rysunek planu, a ponadto dokumentacja planu i materiały pomocnicze. Ustalenia planu stanowią treść



uchwały rady gminy i mają postać właściwą dla decyzji administracyjnych. Rysunek planu jest integralnym załącznikiem takiej uchwały.

Uchwałę o sporządzonym planie miejscowym ogłasza się w wojewódzkim dzienniku urzędowym oraz umieszcza się na tablicy ogłoszeń w siedzibie terenowego organu administracji państwowej odpowiedniego stopnia. Informację o uchwaleniu planu zamieszcza się ponadto w prasie lokalnej.

Dane dotyczące poszczególnych elementów planu określają:

- symbol terenu,
- powierzchnię terenu w hektarach,
- perspektywiczny sposób użytkowania terenu,
- warunki zagospodarowania i zabudowy terenu z określeniem granicznych wartości liczbowych np. rodzaju i wielkości działek, procentu i intensywności zabudowy oraz zasady uzbrojenia terenu,
- w miarę potrzeby przejściowe użytkowanie terenu z określeniem zakresu zachowań lub uzupełnienia istniejącego stanu zagospodarowania,
- sposób i zasady realizacji ustaleń planu.

Rysunek planu sporządzony jest na mapie sytuacyjno – wysokościowej, zawierającej klauzulę właściwego organu geodezyjnego dotyczącą jej pochodzenie, aktualności i wartości kartometrycznej. Skala rysunku planu jest określana przez radę gminy w zależności od potrzeb i odpowiada roli jaką plan ma spełniać na obszarze swojego działania. Najczęstsze skale opracowania planów miejscowych to 1 : 5 000 lub 1 : 10 000. Na rysunku planu podział terenu dokonany jest za pomocą ściśle określonych lub orientacyjnych linii rozgraniczających. Każdy zaś teren wydzielony liniami rozgraniczającymi charakteryzowany jest odpowiednim kolorem oraz symbolem literowo – liczbowym, odpowiadającym oznaczeniu w ustaleniach planu.

Na życzenie zainteresowanych wydaje się odrisy rysunku planu oraz odpisy i wyciągi z tekstu planu za zwrotem kosztów sporządzenia tych dokumentów.

2.12. Systemy informacji przestrzennej

Możliwość sprawnego dostarczania wielowątkowych wzajemnie powiązanych danych dla realizacji zadań inżynierii środowiska wiązać należy między innymi z rozwojem systemów informacji przestrzennej (SIP).

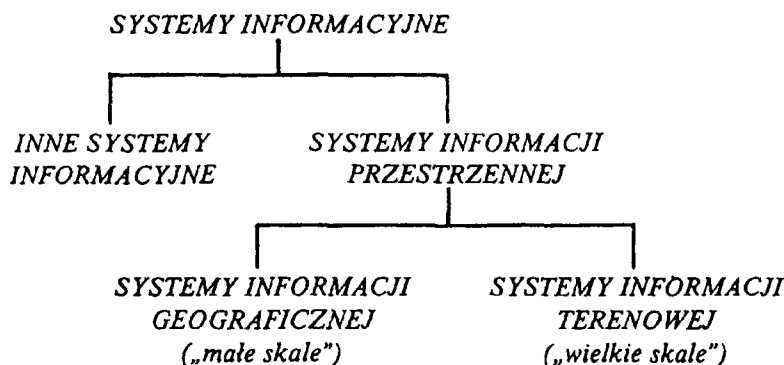
Z technicznego punktu widzenia SIP składa się z bazy danych utworzonej dla określonego obszaru oraz metod i technik systematycznego zbierania, aktualizowania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania, wyszukiwania i prezentowania informacji.

Zawartość bazy danych udostępniana może być użytkownikowi systemu w dwóch postaciach:

- map komputerowych, ilustrujących położenie, kształt i wzajemne relacje obiektów z ich charakterystyką opisową,
- wydruków tabelarycznych, zawierających dodatkowe, interesujące użytkownika informacje, np. zestawienia współrzędnych punktów, pól powierzchni obiektów itp.

Obustronną korespondencję między położeniem obiektów a ich charakterystykami zapewnia sieć relacji między zapisanymi w bazie danych systemu grupami informacji geometrycznych i tematycznych.

Możliwość elastycznego kształtowania struktury tematycznej baz danych pozwala na budowę systemów informacji przestrzennej dostosowanych do potrzeb różnych użytkowników. Stosowane zaś do budowy SIP różne sposoby identyfikacji informacji geometrycznej pozwalają dodatkowo, na pozyskiwanie informacji dostosowanej do realizacji zadań o różnych poziomach szczegółowości rozwiązań technicznych.



Rys. 2.27. Schemat klasyfikacji systemów informacji przestrzennej (wg J. Gaździckiego)

Ogólną klasyfikację systemów informacji przestrzennej przedstawiono na rys. 2.27. Zgodnie z tym rysunkiem systemy informacji przestrzennej podzielić można na:

- systemy informacji geograficznej (SIG),
- systemy informacji terenowej (SIT).

Należy podkreślić, że podział taki ma znaczenie głównie pomocnicze, gdyż trudno ustalić jednoznaczną granicę między systemami SiG oraz SIT i traktować je jako wyraźnie rozłączne, to znaczy odnoszące się do wykluczających się zastosowań.

Systemy informacji geograficznej (SIG) ukierunkowane są najczęściej na opis poszczególnych komponentów środowiska naturalnego. Mają one z reguły większy zasięg terytorialny, odpowiadający dużym jednostkom administracyjnym np. województwom lub obszarom zawartym w granicach naturalnych np. makroregionom. Prezentacja zawartości baz danych takich systemów następuje najczęściej na mapach średnio lub drobnoskalowych. W systemach tych szersze zastosowanie znalazła tzw. rastrowa struktura organizacji danych. Oznacza to, że podstawową jednostką odniesienia jest element rastra.

Położenie i kształt obiektów określone są przez regularne pola jednostkowe (kwadraty, prostokąty lub inne figury o regularnym kształcie). Do takich elementarnych pól powierzchni przypisywana zostaje także cecha tematyczna obiektu. Obiekty większe powstają przez połączenie elementów rastra opisanych jednakowymi cechami tematycznymi. Dokładność aproksymacji położenia i kształtu obiektów oraz zachowania relacji występujących między nimi zależna jest od przyjętej rozdzielczości rastra. Informacje źródłowe dla budowy baz danych takich systemów pozyskiwane są najczęściej ze zdjęć fotogrametrycznych i teledetekcyjnych, oraz ze skanowania istniejących map tematycznych.

Kodowane według ustalonego algorytmu dane źródłowe umożliwiają tworzenie tzw. podstawowych baz danych. Przetwarzanie zawartych w nich informacji według ustalonych algorytmów agregowania danych pozwala budować tzw. zgeneralizowane bazy danych. Rozwiązanie takie umożliwia użytkownikowi systemu pozyskiwania map komputerowych w różnych skalach.

Jako przykład wdrażania takich rozwiązań wymienić można m.in. – system TEMKART – umożliwiający pozyskiwanie informacji o podstawowych elementach planowania przestrzennego na poziomie regionalnym i krajowym m.in. w zakresie warunków naturalnych i zagospodarowania terenu.

Zbiór informacji zawartych w bazie danych tego systemu pozwala na pozyskiwanie, poprzez proste odtworzenie informacji z tej bazy, takich opracowań jak np. mapa charakterystyki siedlisk, mapa wybranych elementów hydrograficznych, mapa spadków terenu itp., a poprzez kompilację wyselekcjonowanych informacji z tej bazy danych takich opracowań jak np. mapa użytkowania terenu ze szczególnym uwzględnieniem terenów leśnych, mapa charakterystyki siedlisk z uwzględnieniem drzewostanu o wieku od 20 do 40 lat, itp. Na rysunku 2.28 przedstawiono fragment opracowanej w systemie TEMKART mapy gatunków drzew w skali 1:100 000.

Zestawy map tematycznych o treści istotnej z punktu widzenia potrzeb inżynierii środowiska uzyskać można także np. z systemu PROMEL i systemu SINUS. Oba te systemy charakteryzują się podobną do systemu TEMKART organizacją bazy danych, wykorzystującą tzw. sieć pól znaczonych, skonstruowaną w oparciu o układ współrzędnych geograficznych. PROMEL jest

systemem informacji o rolniczo – melioracyjnej charakterystyce użytków rolnych, zaś SINUS gromadzi informacje o ukształtowaniu środowiska i jego poszczególnych komponentów.

Dla realizacji celów inżynierii środowiska, wymagających wysokiego stopnia szczegółowości rozwiązań, przydatne być mogą głównie informacje pozyskiwane z systemów o wektorowej strukturze organizacji danych.

Taka organizacja danych znalazła szersze zastosowanie w systemach informacji terenowej (SIT). Zawierają one szczegółową informację o terenie, z uwzględnieniem elementów antropogenicznych posiadających charakter punktowy bądź liniowy.

W wektorowej organizacji danych położenie i kształt obiektów określone są przez współrzędne ich punktów charakterystycznych. Informacje źródłowe pozyskiwane są głównie dzięki geodezyjnym metodom pomiarów, prowadzących się do określania położenia tych punktów w geodezyjnym układzie współrzędnych. Informacje takie pozyskuje się przez bezpośredni pomiar w terenie lub na podstawie digitalizacji istniejących map wielkoskalowych (głównie mapy zasadniczej).

Utworzone w ten sposób zbiory współrzędnych, traktowanych jako jednoznaczne identyfikatory przestrzenne punktów, umożliwiają opracowanie tzw. mapy numerycznej, rozumianej jako zbiór danych, który po zastosowaniu określonych algorytmów i odpowiednich środków technicznych może zostać przetworzony w graficzną postać map w różnych, żądanych skalach i o różnej treści, dostosowanej do realizacji konkretnych zamierzeń. Zasób informacyjny mapy numerycznej tworzą generalnie trzy kategorie danych:

- dane przestrzenne – pozwalające konstruować geometryczną replikę sytuacji terenowej,
- dane tekstowe – pozwalające identyfikować podobszary i przedmioty terenowe również w sensie ich przynależności do kogoś lub czegoś,
- dane opisowe (sematyczne) – pozwalające charakteryzować elementy zagospodarowania terenu, bądź towarzyszące im zjawiska.

Elementy fizjografii i zagospodarowania terenu uporządkowane są w otwartym systemie warstw tematycznych.

System informacji o terenie (SIT) oparty jest zatem na numerycznej (komputerowej) mapie wielkoskalowej, umożliwiającej jednoznaczną lokalizację przestrzenną zarejestrowanych w modułach opisowych systemu zbiorów informacji sematycznych. Inaczej mówiąc na SIT składa się baza danych geometrycznych (mapa komputerowa) oraz bazy danych opisowych zgrupowanych w poszczególnych modułach tematycznych.

W skład systemu wchodzi jako obligatoryjne następujące podstawowe moduły informacyjne:

- ewidencja gruntów,
- ewidencja budynków i wyodrębnionych (pod względem prawnym) lokali,
- ewidencja infrastruktury technicznego uzbrojenia terenu,
- powszechna taksacja (wycena) nieruchomości.

Obok podstawowego (obligatoryjnego) zespołu informacji do SIT – u będą włączane przez poszczególnych użytkowników ich podsystemy branżowe, dostosowane do określonych przez tych użytkowników potrzeb i bazujące na modułach podstawowych systemu.

Lokalne systemy informacji o terenie (SIT) są już wdrażane na różnych obszarach kraju, zaś oficjalnym poligonem doświadczalnym, wytypowanym przez Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, jest województwo łódzkie.

Tworzenie SIT nie może być jednak uznawane za pracę od podstaw, ponieważ jak już z pewnością PT Czytelnik stwierdził, system informacji o terenie już istnieje. Stanowią go od lat archiwa Wojewódzkich Ośrodków Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, archiwa Ksiąg Wieczystych, archiwa gestorów sieci uzbrojenia technicznego, dane zawarte w ewidencji gruntów itp. Elementy tego zbioru zostały przedstawione w poprzednich rozdziałach.

Jest to jednak rozproszony, często prowadzony w różnych układach odniesienia zbiór, w którym uzyskanie wspólnej relacji, czy analizy kilku elementów naraz jest utrudnione. Niezbędne jest zatem przekształcenie tego zbioru do postaci numerycznej – aby informacje pojawiły się w postaci komputerowych baz danych w jednolitym układzie odniesienia.

Takim jednolitym układem odniesienia jest, jak już wiadomo, mapa numeryczna, dlatego też stanowi ona jądro SIT (geometryczną bazę danych) i od jej budowy rozpoczyna się przechodzenie na nowe techniki zarządzania zbiorami innych danych.

Dopiero po zakończeniu budowy podstawowych warstw mapy numerycznej możliwe jest równoległe tworzenie na jej podkładzie innych baz geometrycznych i opisowych.

2.13. Wykorzystanie map jako źródła informacji o terenie i podkładu do prac planistyczno – projektowych

Całość zagadnień związanych z kameralnym wykorzystaniem map w praktyce inżynierskiej przedstawiono w sposób modelowy na rys. 2.29.

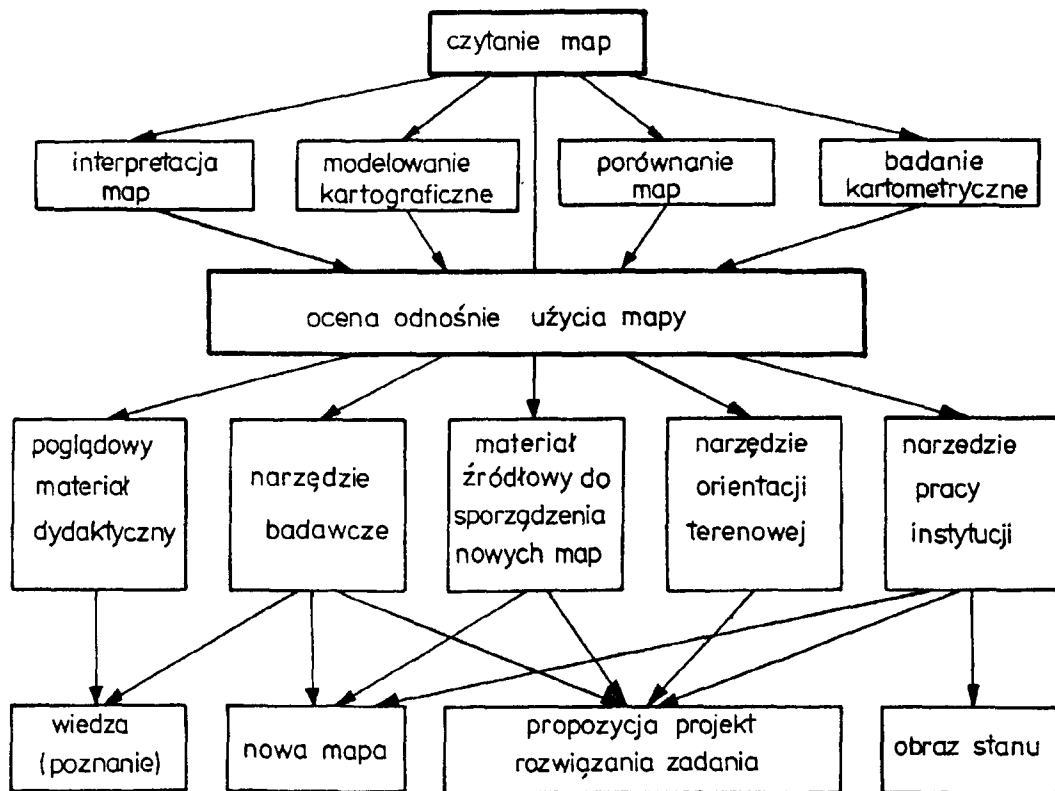
Wśród sposobów wykorzystania map wyróżnić można m.in.:

- czytanie mapy czyli odcodowanie treści mapy za pomocą wykazu znaków umownych (legendy) w celu pozyskiwania informacji i zrozumienia tematu,

SPOSODY
BADANIA
MAP :

MAPY
UŻYWANE
SA, JAKO :

REZULTAT :



Rys. 2.29. Sposoby kameralnego wykorzystania map w praktyce inżynierskiej

- interpretację mapy czyli rozpoznanie i wyjaśnienie treści mapy na podstawie odczytania informacji bezpośrednich oraz określenia informacji pośrednich dotyczących struktury, rozkładu, zależności i związków przestrzennych zobrazowanych zjawisk; przez interpretację mapy można pozyskać informacje nowe, których nie znano jeszcze w czasie opracowania mapy,
- kartometrię, czyli oszacowanie wartości rzeczywistych zjawisk przedstawionych na mapie na podstawie technicznych prac pomiarowych przeprowadzonych na tejże mapie,
- porównywanie map w celu wykrycia różnic w procesie rozwoju zjawiska będącego tematem mapy na opracowaniach z różnych okresów, jak i w celu wykrycia zależności i powiązań między zjawiskami będącymi osobnymi tematami różnych map.

W rezultacie wykorzystania map w każdy z wymienionych sposobów powstaje zawsze wiedza użytkownika oraz obraz, dokument określonego stanu konkretnego zjawiska, które mogą zostać wykorzystane do opracowania planu, projektu czy propozycji rozwiązania konkretnego zadania inżynierskiego bądź nowej mapy jako źródła nieznanych dotąd informacji. W każdym jednak przypadku posługiwania się mapą występują: czytanie mapy i interpretacja treści o różnym stopniu pogłębienia oraz pomiary na mapie czyli kartometria.

Te sposoby wykorzystania mapy będą szerzej omówione i zilustrowane poniżej.

2.13.1. Czytanie i interpretacja treści mapy

Proces czytania mapy polega na rozróżnieniu i identyfikacji poszczególnych znaków obrazu kartograficznego oraz kojarzeniu ich z odpowiednimi obiektami w rzeczywistości w oparciu o znajomość znaków umownych. Interpretacja treści mapy jest procesem bardziej złożonym polega bowiem na wyciąganiu wniosków na podstawie informacji uzyskanych z mapy, oraz informacji posiadanych przez użytkownika mapy, tym także pewnej wiedzy o sposobie redagowania danej mapy.

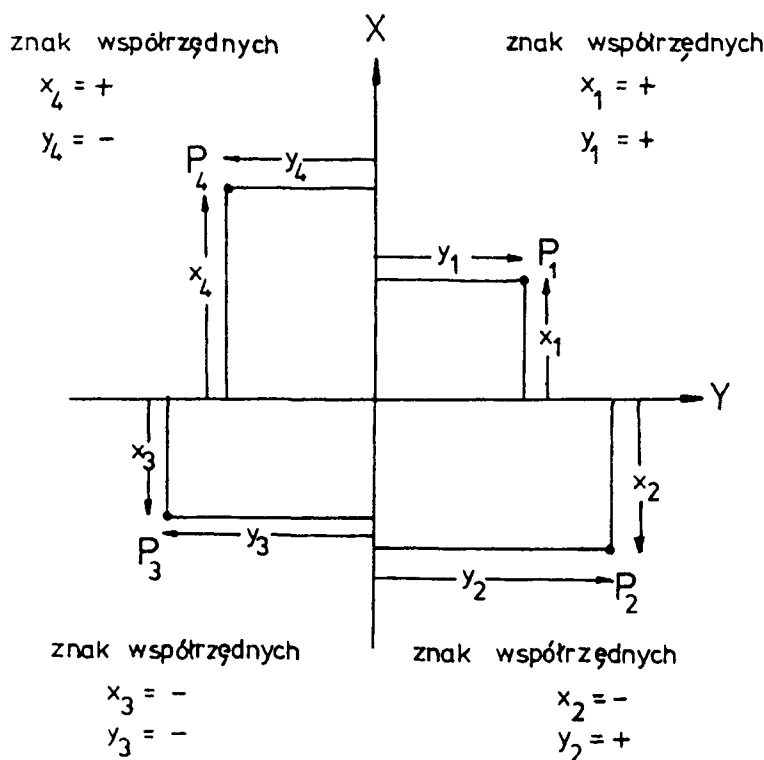
2.13.2. Pomiary na mapie

Dzięki właściwości mapy, którą zwimy kartometrycznością można wyznaczyć wartość rzeczywistą położenia przedmiotu lub cechy zjawiska w terenie na podstawie technicznych prac pomiarowych na mapie z dokładnością zależną od skali mapy i zastosowanych technik pomiarowych.

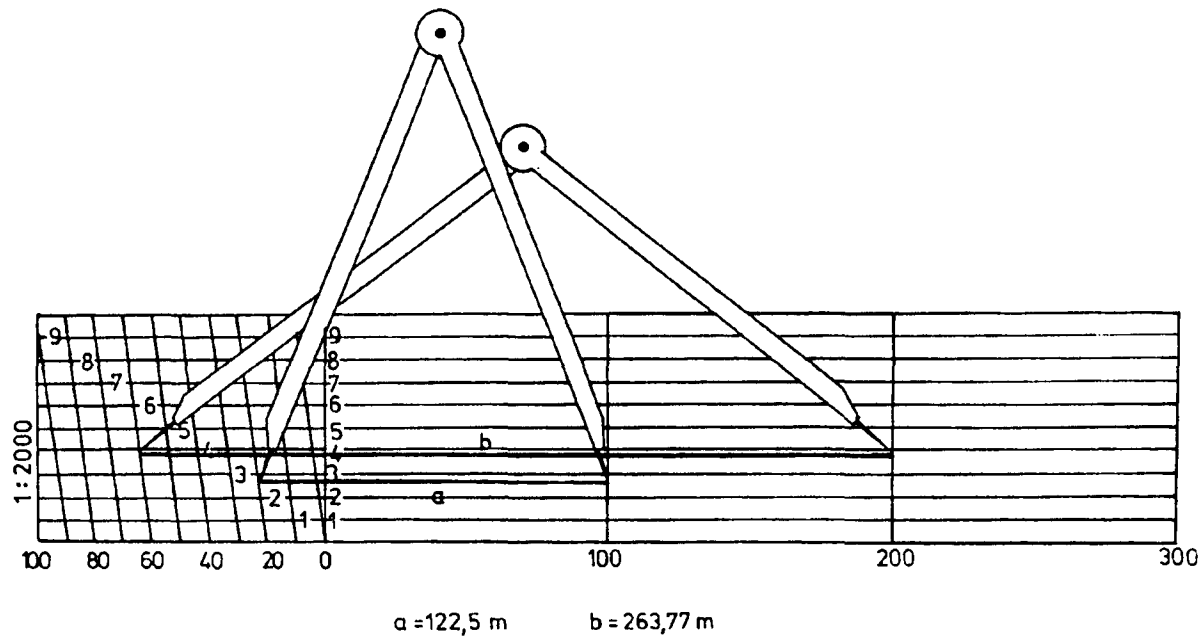
Zastosowanie odpowiednich technologii pozwala zatem na pozyskiwanie z mapy wielu danych (mapa jako źródło informacji o terenie), umożliwiając jednocześnie wykonywanie na niej wielu prac koncepcyjnych (mapa jako podkład dla celów planistycznych i projektowych). Ze względów porządkowych wyróżnić można pomiary na płaszczyźnie i pomiary związane z ukształtowaniem rzeźby terenu.

2.14. Pomiary na płaszczyźnie

Mapa zasadnicza oraz mapy topograficzne wykonane w układzie „1965” opracowane są w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich zwanym układem współrzędnych geodezyjnych lub krótko „układem geodezyjnym”. Przypomnijmy, że układ geodezyjny ma oś X skierowaną na północ (na mapie ku górze), oś Y skierowaną na wschód (na mapie w prawo), zaś kierunki (azymuty) rosną od osi X w prawo – zgodnie z ruchem wskazówek zegara w odróżnieniu od układu stosowanego w matematyce (rys. 2.30).



Rys. 2.30. Układ współrzędnych geodezyjnych



Rys. 2.31. Podziałka transwersalna

Takie oznaczenie osi i jej kierunków jest wygodniejsze w praktyce, pozwala bowiem na ścisłe powiązanie z układem współrzędnych geograficznych i układami współrzędnych astronomicznych, natomiast cała geometria analityczna obowiązuje bez żadnych zmian również w układzie geodezyjnym.

2.14.1. Pomiar długości odcinka

Do pomiarów elementów liniowych na mapie (długość odcinków) oraz do wnoszenia na mapę elementów liniowych stosujemy zestaw przyrządów – cyrkiel odmierzac i podziałkę poprzeczną (transwersalną) rys. 2.31. Zestaw ten gwarantuje uzyskanie dokładności prac pomiarowych na mapie nie mniejszy niż $\pm 0,1$ mm. Podziałki transwersalne wykonane są najczęściej dla skal 1:1000, 1:2000, 1:2500, 1:4000 i 1:5000. Podziałka dla danej skali może być oczywiście użytkowana również dla skal będących dziesiętną wielokrotnością lub podwielokrotnością danej skali z tym, że odczyty z podziałki należy wówczas pomnożyć przez odpowiedni współczynnik.

Umiejętność posługiwania się cyrkiem – odmierzacem i podziałką transwersalną jest podstawą wykonania szeregu zadań pomiarowych na mapie, jak pomiar i odkładanie długości, wyznaczenie współrzędnych punktu na mapie, wniesienie na mapę punktu o zadanych współrzędnych, wyznaczenie pola powierzchni figur, pomiar długości linii krzywej, pomiar kąta itp.

Aby pomierzyć odległość między punktami A i B na mapie należy interesujące nas punkty zaznaczyć na mapie przez nakłucia papieru w tych miejscach. Odmierzając na mapie długość odcinka przykładamy do obu jego końców (nakłutych uprzednio) nóżki cyrkla odmierzacza. Przenosimy cyrkiel na podziałkę poprzeczną tak aby prawa nóżka znalazła się na opisanej linii pionowej zaś lewa nóżka na kreskowanym polu na lewo od pionowej linii 0. Następnie przesuwamy cyrkiel do góry tak długo aż lewa nóżka cyrkla znajdzie się na linii pochylej, prawa nóżka będzie na linii pionowej, a linia łącząca końce nóżek cyrkla będzie linią poziomą. Odczytujemy z podziałki odległości nóżek cyrkla od linii 0. Suma tych odległości jest długością odcinka mierzonego (rys. 2.31 a = 22,5 + 100 = 122,5 m).

2.14.2. Odkładanie długości na mapie

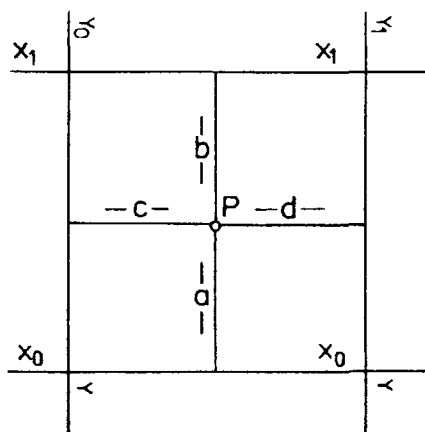
Odkładanie zadanej lub projektowanej długości na mapie jest czynnością odwrotną do opisanego wyżej pomiaru. Rozpatrzmy to na przykładzie. Od punktu A odłożyć na kierunku do L projektowaną długość 263,78 m.

Uwaga! Na mapie w skali podziałki transwersalnej z rysunku 2.31 można szacować odległości tylko z dokładnością $\pm 0,1$ m, gdyż tyle wynosi możliwa do

odczytania wartość jednej dziesiątej części najmniejszej działki podziałki. Lewą nóżkę cyrkla ustawiamy zatem na kreskowanym polu w punkcie, którego odległość od linii 0 wynosi 63,78 m (praktycznie 63,8) zaś prawą nóżkę ustawiamy na linii 200 tak aby obie nóżki znalazły się na tej samej linii poziomej. Odległość między nóżkami cyrkla wynosi 263,8 co odpowiada wielkości projektowanej przy dokładności danej mapy. Wstawiamy więc jedną nóżkę cyrkla w nakłucie punktu A zaś drugą nóżkę ustawiamy na kierunku AL i nakładamy położenie projektowanego punktu.

2.14.3. Odczytanie współrzędnych punktu na mapie

Przez punkt P przeprowadzamy linie równoległe do boków siatki kwadratów układu współrzędnych (rys. 2.32).



Rys. 2.32. Odczytywanie współrzędnych punktu na mapie

Mierzymy przy użyciu cyrkla i podziałki transwersalnej odległości punktu P od linii siatki kwadratów wzdłuż przeprowadzonych linii konstrukcyjnych. Współrzędne punktu P obliczamy wg wzorów

$$X_p = X_o + \frac{a \cdot (X_1 - X_o)}{a + b}$$

$$Y_p = Y_o + \frac{c \cdot (Y_1 - Y_o)}{c + d}$$

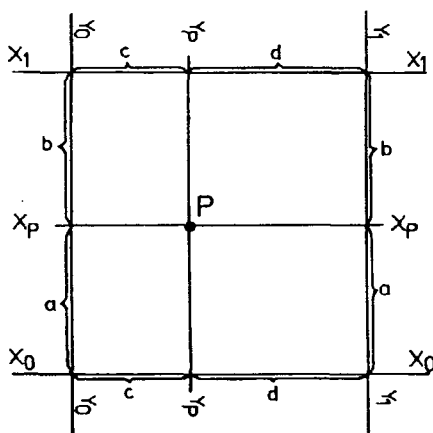
Sumy $a + b$ ($c + d$) winny być równe różnicy $X_1 - X_0$ ($Y_1 - Y_0$) z dokładnością $\pm 0,3$ mm w skali mapy. Większe różnice mogą być spowodowane deformacją papieru lub pomyłką przy pomiarach odcinków a, b, c i d ; jeżeli zatem sumy $a + b$ bądź $c + d$ będą różne od $X_1 - X_0$ ($Y_1 - Y_0$) o więcej niż $\pm 0,3$ mm w skali map należy wówczas pomierzyć odległość między liniami siatki wzdłuż linii konstrukcyjnej i porównać ją z odpowiednią sumą. Gdy rozbieżności mieszczą się w granicach $\pm 0,3$ mm w skali mapy pomiar odcinków składowych jest prawidłowy i możemy liczyć współrzędne wg podanych wzorów. Gdy rozbieżności przekraczają tę granicę należy ponownie starannie pomierzyć odcinki składowe. Ich suma nie może w żadnym przypadku przekraczać długości owej linii konstrukcyjnej o więcej niż $\pm 0,3$ mm w skali mapy.

2.14.4. Wniesienie na mapę punktu o zadanych współrzędnych

Na podstawie danych współrzędnych X i Y punktu P szukamy na mapie kwadratu, w którym leży punkt P . Liczymy odległości P od boków kwadratu według następujących zależności:

$$\begin{aligned} a &= X_p - X_0 & c &= Y_p - Y_0 \\ b &= X_1 - X_p & d &= Y_1 - Y_p \end{aligned}$$

Od linii X_0 siatki kwadratów na obu bokach prostopadłych odkładamy wielkości a , zaś od linii X_1 odkładamy wielkości b . Położenie linii X_p wyznaczamy z uśrednienia położenia punktów konstrukcyjnych na obu bokach kwadratu (rys. 2.33).



Rys. 2.33. Wniesienie na mapę punktu o zadanych współrzędnych

Analogicznie postępujemy przy wyznaczaniu położenia linii Y_p . W każdym przypadku różnice położenia punktów konstrukcyjnych nie powinny przekraczać $\pm 0,3$ mm. Wyjątkowo przy znacznych deformacjach papieru mapowego tolerancja ta może być zwiększona o różnicę między teoretyczną długością boku kwadratu (100 mm) a długością faktyczną starannie pomierzoną przy użyciu cyrkla i podziałki transwersalnej.

2.14.5. Obliczenie pola powierzchni działki na mapie

Określenie pola powierzchni działki jest jednym z najważniejszych zadań m.in. planowania przestrzennego, dlatego opracowano wiele metod wyznaczania tej wielkości w zależności od wymaganych dokładności i dostępnego sprzętu pomiarowego.

Generalnie metody wyznaczenia pola powierzchni dzieli się na:

- metody analityczne, na podstawie współrzędnych punktów granicznych lub miar terenowych elementów geometrii figury,
- metody graficzne, na podstawie miar odczytanych na mapie,
- metody mechaniczne, za pomocą różnego typu przyrządów zwanych planimetrami.

Obliczenie pola powierzchni działki ze współrzędnych (metoda analityczna)

Metodą analityczną obliczamy pole powierzchni wieloboków, których wszystkie punkty graniczne mają określone współrzędne płaskie X, Y w tym samym układzie współrzędnych (rys. 2.34). Jeśli kolejność numeracji punktów jest zgodna z ruchem wskazówek zegara, pole powierzchni działki o „i” wierzchołkach obliczamy ze wzoru:

$$2P = \sum_1^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$$

a kontrolujemy według wzoru:

$$-2P = \sum_1^n Y_i (X_{i+1} - X_{i-1})$$

gdzie: X_i, Y_i – współrzędne kolejnych wierzchołków (od 1 do i) wieloboku,

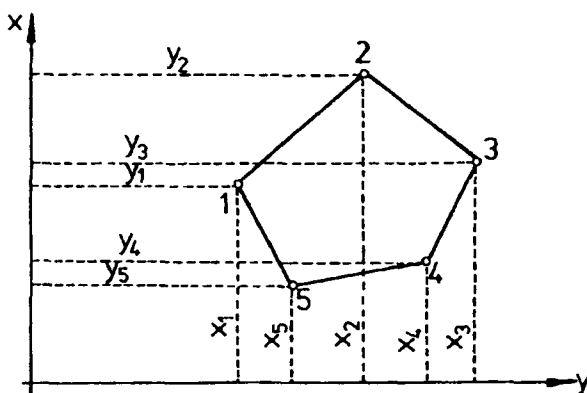
X_{i+1}, Y_{i+1} – współrzędne punktu następnego w stosunku do X_i, Y_i ,

X_{i-1}, Y_{i-1} – współrzędne punktu poprzedniego w stosunku do X_i, Y_i .

Otrzymane z obu wzorów P muszą być identyczne.
Kontrolę obliczenia różnic współrzędnych dają równania:

$$\sum_1^n (Y_{i+1} - Y_{i-1}) = 0$$

$$\sum_1^n (X_{i+1} - X_{i-1}) = 0$$



Rys. 2.34. Obliczenie pola powierzchni ze współrzędnych

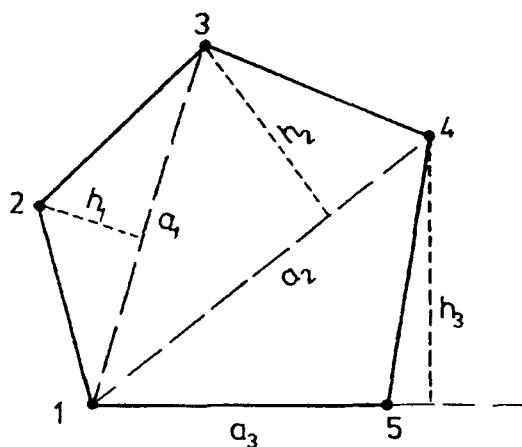
Obliczenia pola powierzchni działki na podstawie pomiarów na mapie (metoda graficzna)

Pola działek w granicach prostoliniowych można również wyznaczyć na podstawie pomiaru elementów liniowych na mapie.

a) **Podział na trójkąty.** Figurę działki dzielimy na mapie na trójkąty. Przy użyciu cyrkla i podziałki transwersalnej mierzymy podstawy i wysokości tych trójkątów (rys. 2.35).

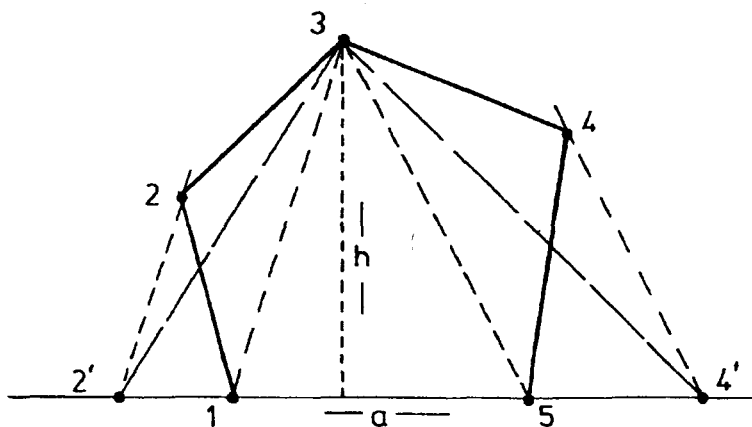
Pole powierzchni figury obliczamy z wzoru:

$$P = \sum \frac{a_i \cdot h_i}{2}$$



Rys. 2.35. Obliczenie pola powierzchni metodą graficzną

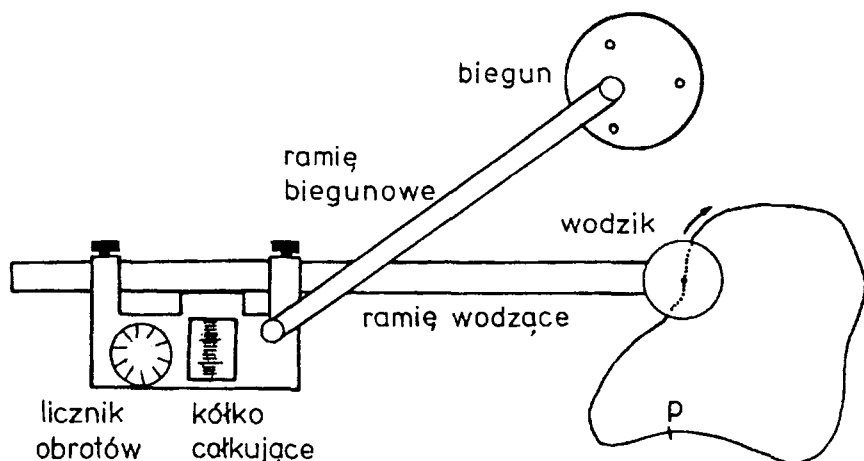
b) **Zmiana na trójkąt równoważny.** Zamiast dzielić figurę na trójkąty można ją zamienić na jeden trójkąt o polu równym polu figury (rys. 2.36). Obieramy bok 1-5 jako bazę. Z punktu 3 prowadzimy przekątną do pkt. 1, a przez punkt 2 równoległą do tej przekątnej aż do przecięcia z bazą otrzymując punkt 2'. Następnie z punktu 3 prowadzimy przekątną do punktu 5, a przez punkt 4 równoległą do tej przekątnej aż do przecięcia z bazą otrzymując punkt 4'. Pole trójkąta 2' 3 4' jest równe polu pięciokąta 12345. Pole trójkąta obliczamy na podstawie pomiarów na mapie analogicznie jak poprzednio. Sposób ten może być kontrolnym w stosunku do poprzedniego.



Rys. 2.36. Graficzna zamiana wieloboku na trójkąt równoważny

Obliczanie pola powierzchni działki przy użyciu planimetru (metoda mechaniczna)

Pola działek o granicach krzywoliniowych wyznaczamy przy użyciu planimetru (rys. 2.37). Planimetr ustawia się na płasko ułożonej mapie biegunem na zewnątrz konturu mierzonej działki tak, aby kółko całkujące swobodnie poruszało się po papierze w czasie pomiaru. Wodzik ustawiamy na wybranym punkcie konturu, odczytujemy z licznika obrotów i kółka całkującego (rys. 2.38) stan początkowy urządzeń odczytowych, obwodzimy wodzikiem aż do punktu początkowego i odczytujemy stan końcowy urządzeń odczytowych.



Rys. 2.37. Budowa planimetru i sposób pomiaru: a) wybrać punkt początkowy P obwodzenia figury i zanotować wskazania licznika planimetru, b) obwieść mierzony kontur i odczytać powtórnie wskazania liczników planimetru, c) obliczyć różnicę odczytów i pomnożyć przez stałą planimetru

Różnica odczytów (n), wskazująca obrót kółka całkującego jest proporcjonalna do pola (P) mierzonego konturu:

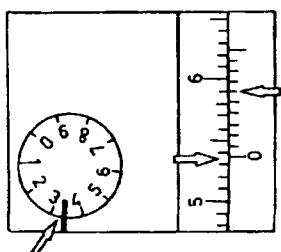
$$P = n \cdot c$$

gdzie: n — ilość działek,
 c — stała planimetru.

Współczynnik proporcjonalności c zwany stałą planimetru jest wartością pola odpowiadającą jednej działce systemu odczytowego planimetru i zależy od długości ramienia wodzącego i skali mapy. Stałą planimetru wyznaczamy obwodząc wodzikiem kontur o znanym polu, np. kwadrat siatki na mapie

i dzieląc to pole przez różnicę odczytów stanów początkowego i końcowego kółka całkującego (ilość działek)

$$c = \frac{P}{n}$$

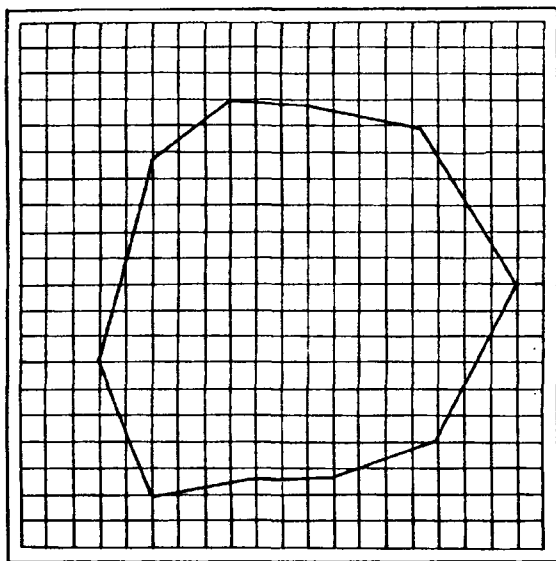


Odczyt licznika	3
Odczyt kółka	53
Odczyt noniusza	<u>6</u>
Wskazanie planimetru	3536

Rys. 2.38. Sposób odczytywania wskazań planimetru

Przybliżony sposób obliczenia pola powierzchni konturu przy użyciu siatki kwadratów

Na kontur narysowany na mapie w skali 1 : M nakładamy siatkę kwadratów o boku a (rys. 2.39). Zliczamy ilość pełnych kwadratów zawartych w mierzonym



Rys. Rys. 2.39. Przybliżony sposób obliczania pola powierzchni (metoda paletki)

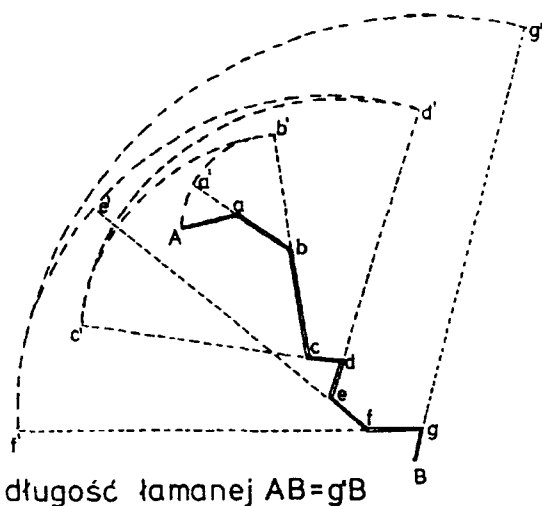
konturze — n_p , oraz ilość kwadratów w części wypełnionych konturem n_c . Pole całkowite konturu wynosi:

$$P = \left(n_p + \frac{n_c}{2} \right) \cdot a^2 \cdot M$$

Dokładność określenia pola powierzchni konturu wzrasta ze zmniejszeniem się pola siatki kwadratów, ale im mniejsze pole siatki kwadratów tym uciążliwsze staje się ich właściwe liczenie. Doświadczenie wskazuje, że gdy liczba pełnych kwadratów zawartych w konturze wynosi 10–15, pole powierzchni można oszacować z dokładnością $\pm 10\%$. Pomiar powierzchni konturu wykonuje się dwukrotnie, przy różnym ułożeniu siatki kwadratów, a wynikiem jest średnia arytmetyczna z obu pomiarów.

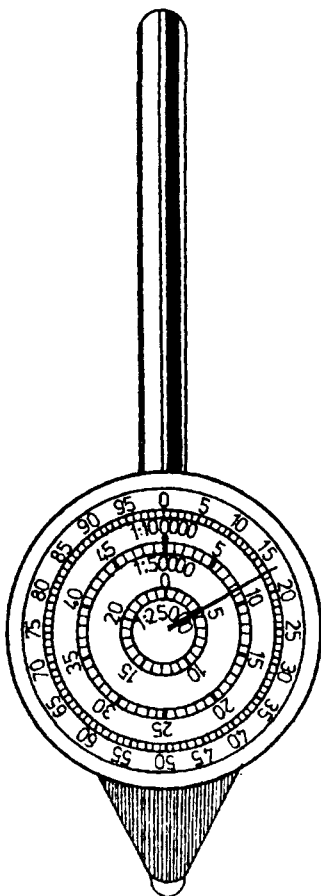
2.14.6. Pomiar długości linii krzywych na mapie

Długość linii krzywej na mapie w skali średniej lub małej (od 1:10 000) wyznaczamy w sposób przybliżony zamieniając ją na linię łamaną. Do pomiaru używamy cyrkla odmierzacza i podziałki transversalnej. Ostrza cyrkla ustawiamy na końcach pierwszego odcinka łamanej, następnie ostrze początkowe przekładamy na linię wstecznego przedłużenia kierunku następnego odcinka prostego. Ostrza końcowe przestawiamy na koniec tegoż odcinka i dalej powtarzamy te same czynności aż do końca mierzonej linii. Końcowe rozwarcie nóżek cyrkla jest równe sumie odcinków mierzonej łamanej (rys. 2.40).



Rys. 2.40. Graficzny sposób pomiaru długości linii krzywych na mapie

Jej długość odczytujemy z podziałki transwersalnej. Długość takiej linii pomierzyć także można sposobem mechanicznym wykorzystując tzw. krzywomierz (rys. 2.41).



Rys. 2.41. Krzywomierz

Zadanie

Wyznaczyć długość odcinka rzeki na mapie w skali 1 : 25 000. Pomiar należy wykonać dwukrotnie raz w kierunku AB i drugi w kierunku BA. Dopuszczalna różnica między obu wynikami nie może przekraczać:

$$f_{l_{max}} = \pm 0,3 \cdot \sqrt{n} \cdot M \quad [\text{mm}]$$

gdzie: n — ilość odcinków łamanej,
 M — mianownik skali mapy.

Przykład

I pom. AB — 1837,5

$$a = 12$$

II pom. BA — 1855,0

$$dl = -17,5 \text{ m}$$

$$AB_{dr} = 1855,25$$

$$n = 14$$

$$= 1855,3 \text{ m}$$

$$f_{lmax} = \pm 0,3 \cdot \sqrt{13} \cdot \\ \cdot 25\,000 = \pm 27,0 \text{ m}$$

$$dl < f_{lmax}$$

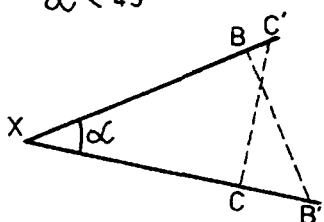
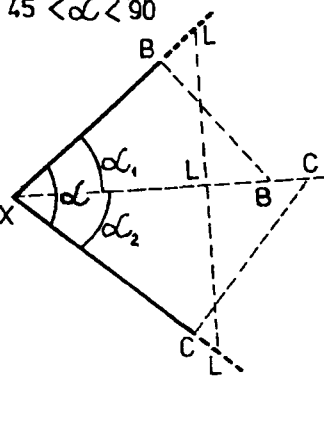
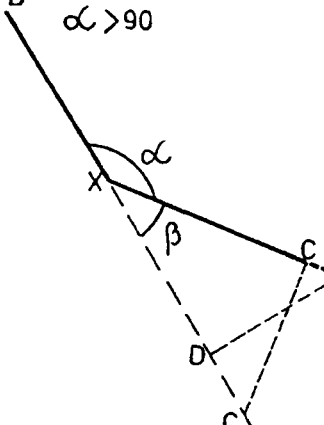
2.14.7. Pomiar kąta na mapie

Kąty na mapie można mierzyć kątomierzem lub graficznie przy użyciu cyrkla, odmierzacza i podziałki transversalnej. W obu przypadkach dokładność wyznaczania zależy od długości ramion kąta. Im dłuższa ramiona jest, tym dokładniej można określić wartość zawartego między nimi kąta, przy czym dokładność wyznaczenia kąta przy użyciu cyrkla i podziałki jest około dwukrotnie wyższa niż przy użyciu kątomierza.

Wyznaczenie wartości kąta sposobem graficznym polega na wykorzystaniu zależności trygonometrycznej między bokami trójkąta prostokątnego zbudowanego na tym kącie. Wierzchołek kąta X i punkty celu nakładamy na mapie. Z punktów celu wystawiamy prostopadłe do danego ramienia i prowadzimy je do przecięcia z drugim ramieniem kąta (lub jego przedłużeniem). W ten sposób powstają dwa trójkąty prostokątne, w których przy użyciu cyrkla i podziałki mierzymy długości tych par boków, których stosunki równe są tangensowi szukanego kąta. Obliczamy wartość kąta z obu wyznaczeń i porównujemy je ze sobą. Gdy różnica wartości dwukrotnie wyznaczonych nie przekracza wielkości dopuszczalnej w tabeli 2.4 obliczamy średnią, która jest szukaną wartością kąta.

Na rysunku 2.42 przedstawiono przykłady zastosowań sposobu graficznego wyznaczenia wartości kąta na mapie.

Do oszacowania dopuszczalnej różnicy między wielkościami kąta wyznaczonymi dwukrotnie przyjmuje się najkrótszą z długości boków wziętych do obliczeń funkcji tangens.

$\alpha < 45^\circ$ 	$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{B B'}{X B}$ $\operatorname{tg} \alpha'' = \frac{C C'}{X C}$ $\alpha = \frac{\alpha' + \alpha''}{2}$	$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{44.5}{67.0} = 0.6642$ $\operatorname{tg} \alpha'' = \frac{59.2}{67.0} = 0.6661$ $\alpha' = 33^\circ 56'$ $\alpha'' = 33^\circ 40'$ $\Delta \alpha = -0^\circ 04'$ $\Delta \alpha_{\max} = \pm 12'$ $\alpha = 33^\circ 38'$ $(\alpha' - \alpha'')$ $\Delta \alpha < \Delta \alpha_{\max}$
$45 < \alpha < 90$ 	$\operatorname{tg} \alpha'_1 = \frac{B B'}{X B}$ $\operatorname{tg} \alpha'_2 = \frac{L L'}{X L}$ $\alpha_1 = \frac{\alpha'_1 + \alpha'_2}{2}$ $\operatorname{tg} \alpha'_1 = \frac{C C'}{X C}$ $\operatorname{tg} \alpha'_2 = \frac{L L''}{X L}$ $\alpha_2 = \frac{\alpha'_2 + \alpha'_3}{2}$ $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$	$\operatorname{tg} \alpha'_1 = \frac{44.2}{56.3} = 0.7823$ $\operatorname{tg} \alpha'_2 = \frac{49.2}{56.3} = 0.7836$ $\alpha'_1 = 38^\circ 02'$ $\alpha'_2 = 38^\circ 05'$ $\Delta \alpha = -0^\circ 03'$ $\Delta \alpha_{\max} = \pm 17'$ $\alpha_1 = 38^\circ 04'$ $\operatorname{tg} \alpha'_3 = \frac{54.0}{63.1} = 0.8558$ $\operatorname{tg} \alpha'_4 = \frac{46.9}{54.6} = 0.8590$ $\alpha'_3 = 40^\circ 34'$ $\alpha'_4 = 40^\circ 40'$ $\Delta \alpha = -0^\circ 06'$ $\Delta \alpha_{\max} = \pm 14'$ $\alpha_2 = 40^\circ 37'$ $\alpha = 78^\circ 41'$ $(\alpha'_1 - \alpha'_2)$ $\Delta \alpha < \Delta \alpha_{\max}$ $\frac{\alpha'_1 + \alpha'_2}{2}$ $(\alpha'_3 - \alpha'_4)$ $\Delta \alpha < \Delta \alpha_{\max}$
$\alpha > 90$ 	$\operatorname{tg} \beta' = \frac{C C'}{X C}$ $\operatorname{tg} \beta'' = \frac{D D'}{X D}$ $\beta = \frac{\beta' + \beta''}{2}$ $\alpha = 180 - \beta$	$\operatorname{tg} \beta' = \frac{44.4}{59.4} = 0.7580$ $\operatorname{tg} \beta'' = \frac{41.6}{55.2} = 0.7536$ $\beta' = 37^\circ 10'$ $\beta'' = 37^\circ 00'$ $\Delta \beta = +0^\circ 10'$ $\Delta \beta_{\max} = \pm 18'$ $\beta = 37^\circ 05'$ $\alpha = 180^\circ - 37^\circ 05'$ $\alpha = 142^\circ 55'$ $(\beta' - \beta'')$ $\Delta \beta < \Delta \beta_{\max}$

Rys. 2.42. Przykłady graficznego wyznaczenia wartości kąta na mapie

Tabela 2.4

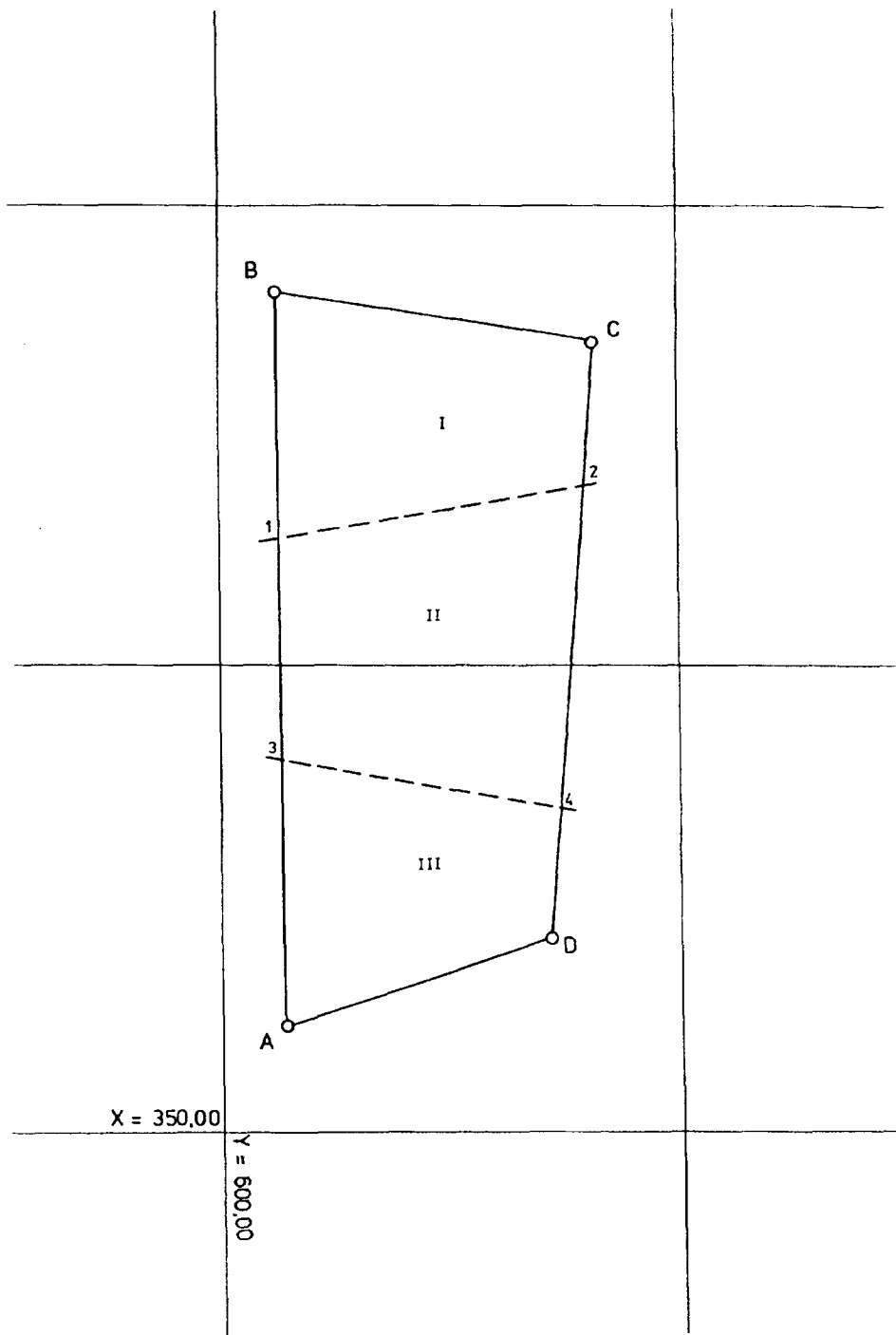
Wartości dopuszczalnych różnic dwukrotnego wyznaczenia wartości kąta na mapie sposobem graficznym $\Delta \alpha_{\max}$

Długość boku [mm]	$\Delta \alpha_{\max}$ [o]	Długość boku [mm]	$\Delta \alpha_{\max}$ [g]
12	1°00'	9	1°50'
16	45'	13	1°00'
24	30'	18	75'
36	20'	27	50'
48	15'	45	30'
73	10'	90	15'
146	5'	135	10'

2.14.8. Przykład zastosowania pomiarów na mapie

Najczęściej stosowane czynności pomiarowe zostały ze względów dydaktycznych zblokowane w jedno duże ćwiczenie, którego celem jest utrwalenie umiejętności posługiwania się sprzętem pomiarowym, prześledzenie kolejności poszczególnych prac na mapie, ich wzajemnej zależności, ocena dokładności poszczególnych czynności i dokładności wynikowej, oraz prezentacja zalecanych metod kontroli i formy opracowania ostatecznych wyników.

W przedstawionym niżej przykładzie student otrzymuje wycinek mapy, na której wybiera dwa punkty sytuacyjne A i B. Mierzy odległość między nimi, wyznacza ich współrzędne geodezyjne oraz oblicza długość odcinka ze współrzędnych, porównując ją z odległością pomierzoną. Następnie otrzymuje współrzędne projektowanych punktów C i D i wnosi je na mapę otrzymując czworobok ABCD przecięty linią siatki na dwie części np. o różnym projektowanym sposobie użytkowania (rys. 2.43). Pole powierzchni figury ABCD oblicza ze współrzędnych, a pola powierzchni projektowanych użytków wyznacza sposobem graficznym i mechanicznym i wyrównuje je do powierzchni policzonej ze współrzędnych. Przykład ten został rozpisany na szereg zadań z podaniem technologii ich wykonania i ocenę dokładności.



Rys. 2.43. Dane do przykładu zastosowania pomiarów na mapie

Zadanie 1. Pomiar długości odcinka na mapie

Pomierzyć na mapie w skali 1 : 2 000 odległość między punktami A i przy użyciu cyrkla i transversalnej.

Punkty A i B nakłuwać na mapie i opisujemy. Następnie dwukrotnie mierzymy odległość między nimi. Różnica wyników pomiarów nie powinna przekraczać $\pm 0,3$ mm w skali mapy

$$\begin{aligned} d_1 &= \overline{AB} = 100,8 & \Delta d &= d_1 - d_2 = \pm 0,3 \text{ m} \\ d_2 &= \frac{\overline{BA}}{\overline{AB_{gr}}} = \frac{100,5}{100,65} & \Delta d_{max} &= +0,3 \text{ mm} \cdot M = \pm 0,3 \text{ mm} \\ & & 2000 &= \pm 0,6 \text{ m} \\ & & \Delta d &< \Delta d_{max} \end{aligned}$$

Zadanie 2. Odczytanie współrzędnych punktów na mapie

Wyznaczyć współrzędne punktów A i B na mapie w skali 1 : 2 000

Obliczenie prowadzić w tabeli

Przykład

T a b e l a 2.5

Obliczenie współrzędnych punktów na mapie

Nr pkt	a b	$X_1 - X_o$ a + b	c d	$Y_1 - Y_o$ c + d	$\frac{X_1 - X_o}{a + b} = dx$ $\frac{Y_1 - Y_o}{c + d} = dy$	$\Delta X = a \cdot dx$ $\Delta Y = c \cdot dy$	X_o Y_o	$X_t = X_o + \Delta X$ $Y_t = Y_o + \Delta Y$
A	163,0 36,6	200,00 199,6	32,0 167,7	200,00 199,7	1,002004 1,002502	163,33 32,05	7400,00 1400,00	7563,33 1432,05
B	63,8 136,0	200,00 199,8	35,0 164,6	200,00 199,6	1,001001 1,002004	63,86 35,07	7600,00 1400,00	7663,86 1435,07

Zadanie 3. Kontrola wyznaczania długości odcinka

Obliczyć długość odcinka AB ze współrzędnych według wzoru:

$$\overline{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

$$\begin{array}{ll} X_B = 7663,86 & Y_B = 1435,07 \\ X_A = 7563,33 & X_A = 1432,05 \end{array}$$

$$\Delta X = +100,53 \quad \Delta Y = +3,02$$

$$AB^2 = 100,53^2 + 3,02^2 = 10115,4013 \quad \underline{AB = 100,58}$$

Długość odcinka AB pomierzonego bezpośrednio (patrz zad. 1) wynosi:

$$AB = 100,65$$

Różnica – 0,07 m świadczy o niewielkich deformacjach papieru paieru mapowego i prawidłowości wykonania obu zadań.

Zadanie 4. Wnoszenie punktów na mapę

Wnieść na mapę w skali 1 : 2 000 punkty C i D o współrzędnych.

$$\begin{array}{ll} X_c = 7678,35 & X_D = 7551,72 \\ Y_c = 1582,63 & Y_D = 1564,28 \end{array}$$

Dla punktu C

$$\begin{array}{llll} X_c = 7600 & a = 78,35 & Y_Q = 1400 & c = 182,63 \\ X_t = 7800 & b = 121,65 & Y_t = 1600 & d = 17,37 \end{array}$$

Dla punktu C

$$\begin{array}{llll} X_o = 7400 & a = 151,72 & Y_o = 1400 & c = 164,28 \\ X_t = 7600 & b = 48,28 & Y_t = 1600 & d = 35,72 \end{array}$$

Zadanie 5. Obliczenie pola powierzchni ze współrzędnych

Obliczyć pole działki ABCD ze współrzędnych. Pole obliczamy według podanych wcześniej wzorów. Wartości bezwzględne obu wyników muszą być równe z dokładnością do ostatniego miejsca po przecinku. W trakcie obliczeń przeprowadzamy kontrole:

$$\Sigma(X_{i+1} - X_{i-1}) = 0$$

$$\Sigma(Y_{i+1} - Y_{i-1}) = 0$$

Obliczenia prowadzimy w tabeli.
 Wynik traktujemy jako bezbłędny.

T a b e l a 2.6

Obliczenie pola powierzchni działki metodą analityczną

Nr pkt	X_i	Y_i	$\frac{x_{i+1}-x_{i-1}}{x_{i-1}}$	$\frac{y_{i+1}-y_{i-1}}{y_{i-1}}$	$\frac{y_i/x_{i+1}-x_{i-1}}{x_{i-1}}$	$\frac{x_i/y_{i+1}-y_{i-1}}{y_{i-1}}$
D	7551,72	1564,28				
A	7563,33	1432,05	+ 112,14	– 129,21	160590,0970	– 977257,8693
B	7663,86	1435,07	+ 115,02	+ 150,58	165061,7514	+ 1154024,0588
C	7678,35	1582,63	– 112,14	+ 129,21	– 177476,1202	+ 992119,6035
D	7551,72	1564,28	– 115,02	– 150,58	– 179923,4856	– 1137237,9976
A	7563,33	1432,05				
			0,00	0,00	– 31747,7754	+ 31747,7754

$$P = \underline{15873,8877} = 15874 \text{ m}^2$$

Zadanie 6. Obliczenie pola powierzchni działki metodą graficzną.
 Wyznaczyć pola działek I i II figury ABCD na mapie w skali 1:2 000 – graficznie dwoma sposobami. Dokonać wyrównania pól działek do pola całkowitego. Obliczanie prowadzić w tabeli.
 Pola powierzchni działek wyznaczone graficznie zaokrąglamy do 1 m². Różnice między dwukrotnym obliczeniem pola tej samej działki z 2 metod graficznych nie powinny przekraczać $dP_{max} = \pm 0,02 \cdot P$. Suma średnich pól działek obliczonych graficznie nie powinna różnić się od pola całkowitego obliczonego analitycznie o więcej niż $f_{pmax} = \pm 0,01 \cdot P$.
 Odchyłkę f_p (nie większą od dopuszczalnej) rozrzucaamy na każde z pól działek proporcjonalnie do jego wielkości. Pole ostateczne działki (wyrównane) jest sumą pola średniego i poprawki, a suma pól wyrównanych działek jest równa polu całkowitemu obliczonemu analitycznie.

Tabela 2.7

Obliczenie pola powierzchni działki metodą graficzną

Nazwa działki	Czynniki	Pole działki (m ²)	Pole średnie (m ²)	Pole wyrównane (m ²)
I A12B	Podział na trójkąty $\frac{143,2 \times 44,9}{2} = 3215$	5723		
	$\frac{142,9 \times 35,1}{2} = 2509$			
	Zmiana na trójkąt równoważny $\frac{129,1 \times 89,7}{2} = 5791$	5791	+ 17 5757	5774
	-----	-----	-----	-----
II 1BC2	Podział na trójkąty $\frac{150,1 \times 75,2}{2} = 5644$	10011		
	$\frac{136,9 \times 63,8}{2} = 4367$			
	Zamiana na trójkąt równoważny $\frac{143,9 \times 140,8}{2} = 10131$	10131	+ 29 10071	10100
	-----	-----	-----	-----
Pole całkowite Pole analityczne		Σ	15828 15874	15874

$$f_p = -46$$

$$f_{p \max} = \pm 0,01 \cdot 15828 = \pm 159 \quad f_p = -46$$

$$f_p < f_{p \max}$$

Zadanie 7. Obliczenie pola powierzchni działki metodą mechaniczną.

Wyznaczyć pola działek I i II figury ABCD na mapie w skali 1 : 2 000 przy użyciu planimetru.

Wyrównać pole działek do pola całkowitego obliczonego analitycznie. Pola działek wyznaczone planimetrem zaokrąglamy do 1 m². Dla wyznaczenia stałej planimetru c obwodzimy kwadrat siatki czterokrotnie. Różnica między skrajnymi ilościami działek nie powinna przekraczać 5. Stałą liczymy z dokładnością do pięciu cyfr znaczących. Kontury figur dla wyznaczenia pola obwodzimy dwukrotnie. Różnica ilości działek nie powinna przekraczać 3.

T a b e l a 2.8

Obliczenie pola powierzchni działki metodą mechaniczną

Nazwa figury	Odczyty		Średnia ilość działek	Stała planimetru (m ²)	Pola (m ²)	Pole wyrównane (m ²)	Uwagi
	I pom.	II pom.					
	$\begin{matrix} 0_k \\ 0_p \\ n_1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0_k \\ 0_p \\ n_2 \end{matrix}$					
Kwadrat siatki	Wyznaczanie stałej		914,5	40000 914,5 43,740		40000	PI-1 8143
	3331	4246					
	<u>2418</u>	<u>3331</u>					
	913	915					
	5163	6077					
	<u>4246</u>	<u>5163</u>					
	916	914					
I A12D	6446	6965	133,5	43.740	— 25 5839	5814	
	<u>6312</u>	<u>6832</u>					
	134	133					
II 1BC2	3466	4104	231,0	43.740	— 44 10104	10060	
	<u>3236</u>	<u>3872</u>					
	230	232					
Pole całkowite					15943	15074	
Pole analityczne					15874		

$$f_p = + 069$$

$$f_{p\max} = 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 43.740 = \pm 186 \qquad f_p = +69$$

$$f_p < f_{p\max}$$

Suma pól figur wyznaczonych planimetrem nie powinna się różnić od pola całkowitego obliczonego analitycznie o więcej niż

$$f_{p \max} = \pm 3 \cdot \sqrt{k} \cdot c$$

gdzie: k — liczba figur w całej powierzchni,
 c — stała planimetru.

Wyrównanie pól jak w poprzednim zadaniu.

2.15. Pomiary związane z ukształtowaniem rzeźby terenu

Rysunek warstwicowy rzeźby terenu niesie szereg ważnych informacji o jej jakościowych i ilościowych cechach.

Znając zasady opracowania rzeźby terenu można z mapy określić wysokości bezwzględne i względne punktów, spadki (kąty nachylenia) terenu, opracować profile (przekroje) terenu, wyznaczyć pola niewidoczne itp.

Dla przypomnienia tych zasad można podać następujące prawidłowości:

1) punkt leżący na szczycie wzniesienia przewyższa najbliższą okalającą go warstwicę, zaś punkt leżący w zagłębieniu jest niższy od najbliższej okalającej go warstwic (można przyjąć, że na mapie zasadniczej wysokość szczytu jest większa o $1/3$ cięcia warstwicowego od otaczającej go warstwic, a wysokość dna kotliny o tą samą wielkość mniejsza),

2) punkt leżący na siodle jest niższy od najbliższych warstw w kierunku grzbietów, a wyższy od najbliższych warstw w kierunku ścieków,

3) dokładność pikiet jest większa niż dokładność warstw,

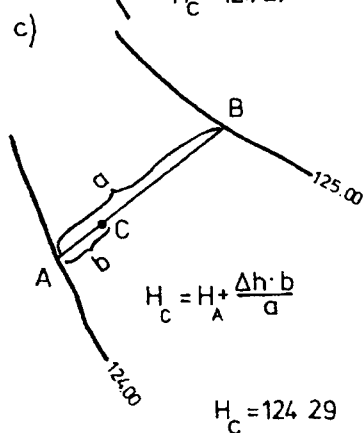
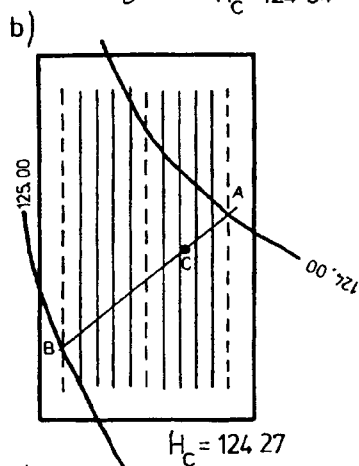
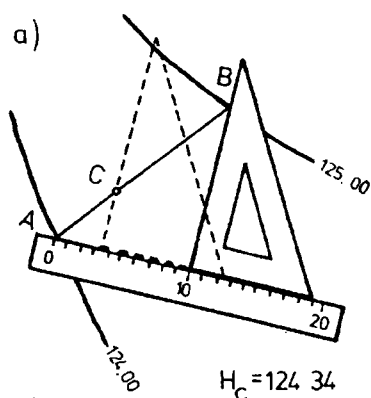
4) wysokość punktów między warstwicami jest proporcjonalna do ich odległości od warstw.

2.15.1. Określenie wysokości punktu na mapie

Określenie bezwzględnych i względnych wysokości można sprowadzić do kilku typowych przypadków, gdy punkt, którego wysokość należy wyznaczyć znajduje się:

- na warstwie,
- między dwiema warstwicami o różnej wysokości.,
- między dwiema warstwicami o jednakowej wysokości,
- wewnątrz zamkniętej warstwic,
- między warstwicą a pikietą (punktem o znanej, wpisanej na mapie wysokości).

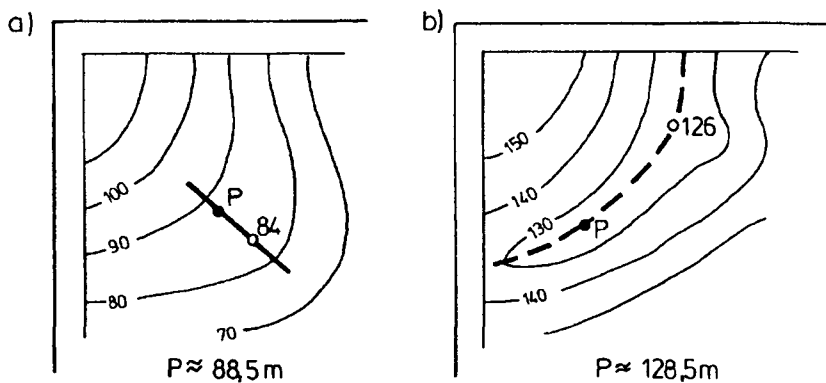
Większość wypadków określania wysokości punkt na mapie sprowadza się do interpolacji jej z warstw. Należy wówczas przeprowadzić przez punkt kreskę interpolacyjną łączącą sąsiednie warstwic odcinkiem najkrótszym, a następnie dokonać interpolacji w oparciu o twierdzenie Talesa.



Rys. 2.44. Określenie wysokości punktu znajdującego się między warstwicami: a) sposób z ekierką i liniałem, b) sposób z harfą, c) sposób rachunkowy

Na rysunku 2.44 przedstawiono trzy najczęściej używane sposoby interpolacji – sposób z ekierką i liniałem, sposób z harfą i sposób rachunkowy. Ekierką ustawioną na dziesiątej działce linijki (rys. 2.44a) należy tak manewrować, aby zero linijki pokryło się z najniższym punktem kreski interpolacyjnej A, zaś krawędź ekierki zetknęła się z punktem wyższym B. Po przesunięciu ekierki do styku z punktem interpolowanym C (co oznaczono na rysunku przerywanym konturem ekierki) na linijce odczytuje się końcówkę wysokości punktu interpolowanego. Harfę (kalka z wykreślonym pękiem linii równoległych, z których co piąta została wyróżniona deseniem) należy przyłożyć do najniższego punktu linii interpolacyjnej A w taki sposób (rys. 2.44b) aby pokryła ten punkt jedna z wyróżnionych na niej linii. Punkt ten przebija się przez harfę cienką igłą, po czym obraca się harfę tak, aby piąta lub dziesiąta linia harfy przeszła przez punkt B. Traktując linie harfy jak skalę odczytową określa się końcówkę wysokości punktu C. Aby określić wysokości punktu sposobem rachunkowym (rys. 2.44c) należy wzdłuż kreski interpolacyjnej pomierzyć odległość a między warstwicami (między punktami A i B) oraz odległość b między warstwicą o niższej wysokości i punktem określanym (między punktami A i C). Znając wartość cięcia warstwicowego h (różnica wysokości warstwic przechodzących przez punkty A i B) wysokość punktu C obliczamy z wzoru:

$$H_c = H_A + \frac{h \cdot b}{a}$$



Rys. 2.45. Określenie wysokości punktu znajdującego się między pikietą i warstwicą:
a) wzdłuż kreski interpolacyjnej, b) wzdłuż linii ściekowej

Jeżeli z rys. 2.44c $a = 20 \text{ mm}$, $b = 5 \text{ mm}$

$$h = H_B - H_A = 125,00 - 124,00 = 1,00 \text{ m to:}$$

$$H_C = 124,29 \text{ m}$$

Na rysunku 2.45 podano przykłady określenia wysokości punktu znajdującego się między warstwicą a pikietą.

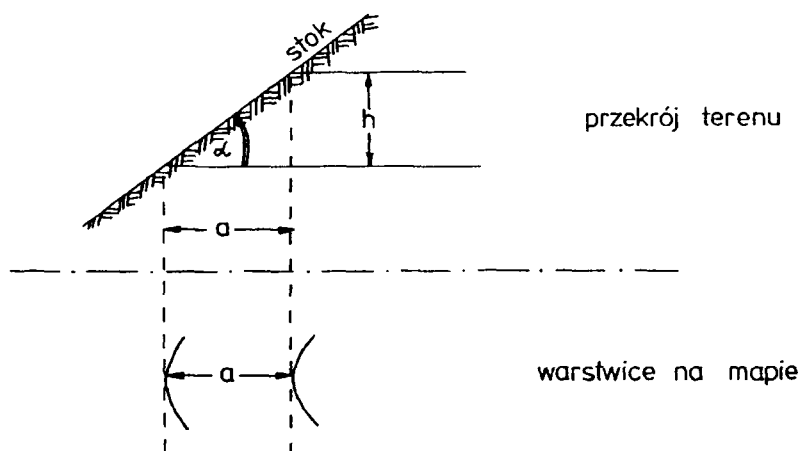
2.15.2. Określenie kąta nachylenia terenu

Warstwice na mapie umożliwiają określenie kąta nachylenia terenu w dowolnym kierunku. Kąt ten można określić znając wartość cięcia warstwicowego h oraz odległość a między warstwicami na mapie (rys. 2.46) według wzoru:

$$\alpha = \arctg \frac{h}{a}$$

Wartość przybliżoną kąta obliczyć można korzystając z wzoru:

$$\alpha^\circ = \frac{57,3 \cdot h}{a}$$



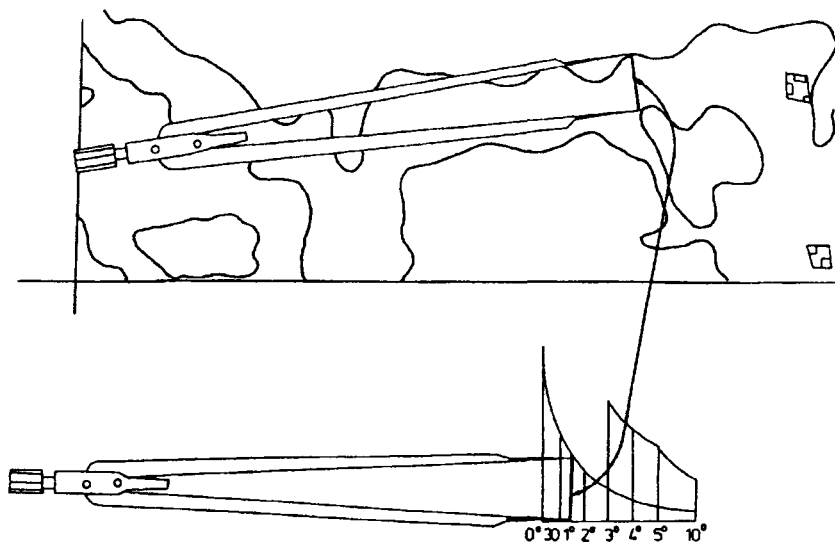
Rys. 2.46. Określenie kąta nachylenia terenu

Kąt obliczany dla a_{min} nazywa się często kątem stoku (kątem nachylenia stoku), obliczony zaś dla dłuższych a – kątem spadku terenu wzdłuż danego odcinka. Często przy większych pracach projektowych opłaca się skonstruować dla mapy tzw. skalę pochyłości, umożliwiającą określenie kąta nachylenia w sposób graficzny. Jeden ze sposobów konstrukcji takiej skali i jej wykorzystania przedstawia się poniżej. Na dowolnej prostej odkładamy szereg równych odcinków. Otrzymane punkty opisujemy kolejno wartościami kątów $\alpha^\circ = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ$ itd. Na prostokątnych wystawionych z tych punktów odkładamy w skali mapy odpowiadające kątom wartości $a = h \cdot \text{ctg } \alpha$, gdzie h – cięcie warstwicowe na wykorzystywanej mapie. Końce odcinków a łączymy krzywą.

Chąc odczytać z wykresu kąt nachylenia prostej łączącej na mapie dwa punkty leżące na sąsiednich warstwicach, bierzemy w cyrkiel odcinek łączący te punkty i przesuwamy go po prostej wykresu aż do przecięcia się odcinka z krzywą skali (rys. 2.47). Dokładność określenia kąta ze skali pochyłości zależy jest przy tym od ilości i miary odcinków na prostej.

W pracach inżynierskich relację między wartościami a i h wyrażoną w procentach określa się mianem spadku terenu i zapisuje wzorem:

$$i\% = \frac{h}{a} \cdot 100\%$$



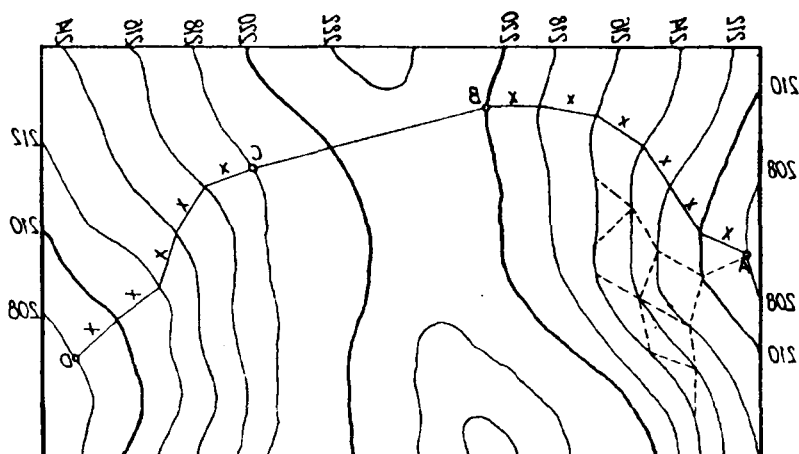
Rys. 2.47. Określenie kąta nachylenia za pomocą skali pochyłości

2.15.3. Wyznaczenie linii o stałym spadku

Wyznaczenie linii stałego (jednostajnego) spadku stanowi podstawę projektowania wszelkiego rodzaju tras.

Mając daną mapę o konkretnym cięciu warstwicowym h oraz projektowany spadek i zadanie sprowadza się do obliczenia długości a odcinka, łączącego dwa punkty leżące na sąsiednich warstwicach, którego spadek równałby się projektowanemu. Wartość a liczymy ze wzoru:

$$a = \frac{h}{i}$$



Rys. 2.48. Wyznaczenie linii stałego spadku

Biorąc w cyrkiel obliczoną odległość a w skali mapy odkładamy ją (poczynając od punktu początkowego projektowanej linii) na mapie, przechodząc skokiem cyrkla z warstwicą na warstwicę. Ze względu na to, że danemu skokowi cyrkla odpowiadają przeważnie na sąsiedniej warstwicą dwa punkty (rys. 2.48), przy projektowaniu linii jednostajnego spadku otrzymujemy na ogół szereg możliwych wariantów. Wybór wariantu zależy od ogólnych założeń projektu przy uwzględnieniu dodatkowych warunków minimalizacji długości trasy i liczby jej załamów. Jeśli nie można określić przecięcia się odcinka a z kolejną warstwicą (spadek terenu jest mniejszy od projektowanego spadku trasy, a więc obliczony odcinek a krótszy od odległości poziomej sąsiednich warstwicy), to przechodząc na tę warstwicę należy zachować kierunek jak najbardziej zbliżony do kierunku

celu (odcinek BC na rys. 2.48). Zaprojektowana linia jednostajnego spadku jest linią łamaną (przebiega po powierzchni terenu). Dla otrzymania ostatecznego przebiegu trasy należy tę linię miejscami sprostować i w razie potrzeby wpisać w nią łuki o promieniach przewidzianych w warunkach technicznych projektu. Po wykonaniu tych czynności trasa stanie się krótszą i w związku z tym, dla zachowania projektowanego spadku i, będzie wymagała obliczenia robót ziemnych (wykopów i nasypów). Dla zminimalizowania tych robót korekty przebiegu trasy winny być zatem niewielkie, skorygowana oś trasy winna w miarę możliwości leżeć naprzemian raz z jednej raz z drugiej strony linii jednakowego spadku.

2.15.4. Sporządzanie profilu rzeźby terenu

Jednym z najlepszych sposobów szczegółowej analizy rzeźby terenu, przedstawianej na mapie za pomocą warstwic, jest sporządzanie profilu podłużnego rzeźby terenu. Istota profilu polega na przedstawieniu wzdłuż określonej linii na mapie, prostej lub łamanej, zwanej podstawą profilu, pionowego ukształtowania powierzchni terenu za pomocą wykresu. Aby przekrój charakteryzował ukształtowanie powierzchni możliwie najwierniej należy na nim pokazać wysokości punktów przecięcia się podstawy z warstwicami oraz dodatkowe charakterystyczne punkty załamania profilu (wierzchołki – siodła itp. na trasie podstawy) uzyskane z interpolacji. Skalę poziomą M profilu przyjmuje się zwykle równą skali mapy, skalę pionową W – 10 lub 100 razy większą, zapisując skalę profilu jako $1 : \frac{W}{M}$ (np. dla profilu opracowanego według mapy w skali 1 : 5 000, skalę

profilu zapisujemy $1 : \frac{500}{5000}$ lub $1 : \frac{50}{5000}$).

Kreślenie profilu rozpoczynamy od przeniesienia z mapy na prostą poziomą wszystkich charakterystycznych punktów. Odległości określające położenie tych punktów przenosimy przy pomocy cyrkla. Przez otrzymane punkty prowadzimy prostopadłe i odmierzamy na nich (od przyjętego wcześniej poziomu porównawczego) wysokości tych punktów. Łącząc kolejne punkty wykreślonych w ten sposób rzędnych otrzymuje profil podłużny terenu (rys. 2.49). Wysokości punktów A, B, C, D otrzymano przez interpolację: dla punktów A, B i C między sąsiednimi warstwicami, dla punktu D między warstwicą a pikiętą, wzdłuż linii ściekowej. Wykreślony profil uzupełnia się rozpisaniem rzędnych terenu i odległości między punktami, a często dodatkowo miarami bieżącymi punktów z uwzględnieniem punktów hektometrowych, oraz szkicem sytuacji w kilkumetrowym pasie po obu stronach podstawy profilu.

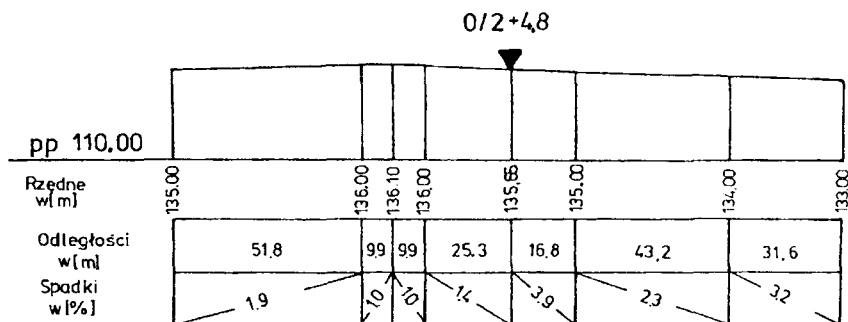
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rzędne terenu w [m]	131.55	131.00	130.00	129.00	128.90	129.00	129.00	130.00	131.00	132.00	133.00
Odległość w [m]	38.6	39.6	50.7	18.3	33.7	30.5	30.6	28.8	17.8	21.2	31.5
Spady terenu w [‰]	14.3	25.3	19.7	5.5	3.0	32.8	32.7	34.7	56.2	47.2	21.2
Miary bieżące w [m]	577.9	539.3	499.7	449.0	430.7	397.0	366.5	335.9	307.1	289.3	31.5
Punkty hektometrowe	0.0	0.4	0.8	0.9	1.0	1.3	1.6	1.9	2.0	2.2	2.5

Dla wielu prac wystarczającą dokładność zapewnia wykorzystanie do wykreślenia profilu papieru milimetrowego.

Przy projektowaniu obiektów wydłużonych (dróg, ulic, kanałów itp.) sporządza się dodatkowo tzw. przekroje poprzeczne, ilustrujące pionowe ukształtowanie powierzchni terenu w wybranych płaszczyznach prostopadłych do osi głównej obiektu (podstawy profilu podłużnego). Po ustaleniu na podstawie profilu podłużnego na mapie punktów przez które przechodzić mają przekroje poprzeczne (na przykład punktów odległych od siebie kolejno o stałą, wybrany moduł oraz dodatkowo punktów charakterystycznych trasy), wykreślamy na mapie przechodzące przez te punkty proste prostopadłe do podstawy profilu podłużnego. Długość prostopadłych zależy od szerokości pasa terenu, interesującego nas z punktu widzenia prowadzonych prac projektowych. Dalsze czynności są identyczne z czynnościami wykonywanymi przy sporządzaniu profilu podłużnego.

Na rysunku 2.50 przedstawiono przykład przekroju poprzecznego opracowanego dla punktu C mapy z rys. 2.49.

PRZEKRÓJ POPRZECZNY W SKALI 1: $\frac{500}{500}$



Rys. 2.50. Przekrój poprzeczny

Przekroje poprzeczne kreśli się zazwyczaj w jednakowej skali wysokości i szerokości, przeważnie takiej samej, jak skala wysokości profilu podłużnego, bądź kilkakrotnie większej. Przyjęcie jednakowych skal ułatwia np. obliczenie powierzchni dla określenia objętości robót ziemnych (por. rozdz. 2.15.8).

2.15.5. Projektowanie niwelety

Efektem prac projektowych na profilu podłużnym jest wkreślenie nań tzw. niwelety, czyli linii projektowanej osi obiektu w płaszczyźnie pionowej.

Projektowanie niwelety wykonuje się najczęściej graficznie metodą prób, uwzględniając przy tym następujące warunki:

- a) spadki niwelety nie powinny przekraczać największych dopuszczalnych (maksymalnych) wartości, przewidywanych dla danego obiektu,
- b) wysokości nasypów i głębokości wykopów nie powinny przekraczać wartości normowanych przepisami dla danego obiektu,
- c) ilość robót ziemnych winna być możliwie najmniejsza,
- d) ziemia otrzymana z wykopów powinna się w miarę możliwości równoważyć z ziemią potrzebną na nasypy, przy czym odległości przewozów powinny być możliwie najkrótsze.

Niweletę projektuje się na profilu podłużnym najczęściej graficznie. Jeśli przy założonym spadku przedłużanie niwelety doprowadza do zbyt dużych nasypów lub wykopów zmienia się spadek, bądź załamuje się niweletę w granicach $\pm i_{max}$ tak, aby przebiegała możliwie blisko terenu. Po graficznym zaprojektowaniu niwelety oblicza się w przybliżeniu roboty ziemne i ich bilans na odcinku, na którym chcemy doprowadzić do zrównoważenia objętości wykopów i nasypów. Wyrównania tych mas ziemnych ocenia się wstępnie „na oko” jako przybliżone zrównanie powierzchni figur płaskich znajdujących się pomiędzy terenem a niweletą, odpowiednio leżących powyżej i poniżej tej niwelety.

Po szeregu prób znajduje się najkorzystniejsze rozwiązanie dla przebiegu niwelety i wówczas ocenę zrównania mas ziemnych wykopów i nasypów winno wykonać się na podstawie porównania odpowiadających im powierzchni figur ograniczonych terenem i niweletą obliczonych metodą analityczną, graficzną lub mechaniczną (por. rozdz. 2.14.3).

Po zatwierdzeniu projektowanego przebiegu niwelety dla dokładnego obliczenia objętości mas ziemnych (por. rozdz. 2.15.8) i wyniesienia projektu w teren oblicza się rzędne niwelety dla punktów załamania terenu i miejsc przecięcia się niwelety z terenem, czyli tzw. zerowych punktów robót ziemnych. Mając wysokość punktu początkowego H_p odcinka niwelety o danym spadku i (por. rozdz. 2.15.2) można obliczyć wysokości punktów następnych z wzoru:

$$H = H_p + i \cdot D$$

gdzie: D — odległość punktu załamania terenu od punktu początkowego niwelety.

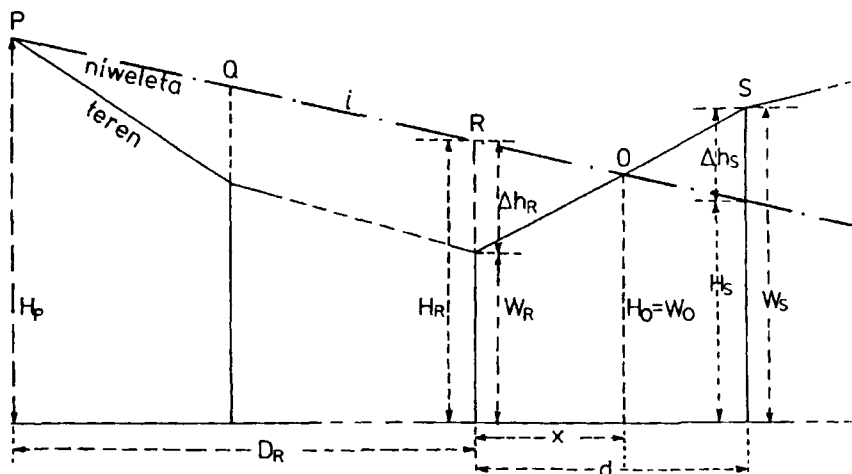
Zgodnie z powyższym wzorem obliczyć można zatem rzędne niwelety dla punktów Q , $R(H_R = H_p + i \cdot D_R)$, S itp. na rys. 2.51. Rzędną H_c punktu zerowego robót ziemnych, leżącego w przecięciu się niwelety z terenem (punkt O na rys. 2.51) obliczyć można z następujących zależności:

$$x = d \cdot \frac{\Delta H_R}{\Delta H_R + \Delta H_S}$$

$$H_o = H_R \pm i \cdot x$$

gdzie:

- d – odległość między najbliższymi punktami załamania terenu znana z opisu profilu podłużnego,
- $\Delta H_R, \Delta H_S$ – różnice obliczonych rzędnych niwelety i znanych z opisu profilu rzędnych terenu odpowiednio w punktach R i S załamania terenu,
- H_R – obliczona wcześniej rzędna niwelety w punkcie R załamania terenu,
- i – zaprojektowany spadek terenu.



Rys. 2.51. Obliczanie rzędnych niwelety zaprojektowanej na profilu podłużnym

Jeśli przy projektowaniu niwelety nie narzucono dodatkowego warunku iż przechodzić ona musi przez znaną wysokość punktu początkowego i końcowego trasy oraz ewentualnie podane wysokości obowiązkowych punktów pośrednich, to ustalenia przebiegu niwelety spełniającej założenie wyrównania mas ziemnych wykopów i nasypów przy równoczesnej minimalizacji robót ziemnych dokonać można sposobem rachunkowym. Minimum robót ziemnych uzyskamy wtedy, gdy suma kwadratów przewyższeń Δh punktów zaprojektowanej niwelety, w stosunku do odpowiadających im w pionie punktów załamania terenu będzie najmniejsza, a suma tych przewyższeń będzie równa zero. Warunki te zostaną spełnione jeśli dla danego profilu (rys. 2.52) rzędna punktu początkowego H_p niwelety oraz jej spadek i wyniosą:

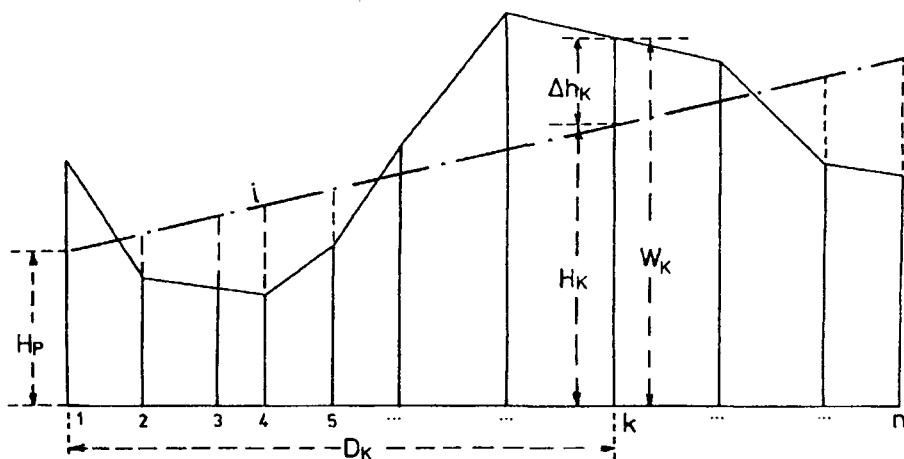
$$H_p = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} D_k^2 \cdot \sum_{k=1}^{k=n} K_k - \sum_{k=1}^{k=n} D_k \cdot \sum_{k=1}^{k=n} (D_k \cdot W_k)}{n \cdot \sum_{k=1}^{k=n} D_k^2 - \left(\sum_{k=1}^{k=n} D_k \right)^2}$$

$$i = \frac{n \cdot \sum_{k=1}^{k=n} (D_k \cdot W_k) - \sum_{k=1}^{k=n} D_k \cdot \sum_{k=1}^{k=n} W_k}{n \cdot \sum_{k=1}^{k=n} D_k^2 - \left(\sum_{k=1}^{k=n} D_k \right)^2}$$

gdzie: D_k – odległość k-tego punktu linii niwelety od jej punktu początkowego znana z opisu profilu podłużnego (odległość k-tego punktu załamania terenu na profilu),

W_k – rzędna k-tego punktu załamania terenu znana z opisu profilu podłużnego,

n – liczba wszystkich punktów profilu podłużnego.



Rys. 2.52. Projektowanie rachunkowe niwelety spełniającej warunek minimum robót ziemnych

Po obliczeniu rzędnej punktu początkowego niwelety i jej spadku, rzędne k-tego punktu niwelety H_k wyniosą:

$$H_k = H_p + i \cdot D_k$$

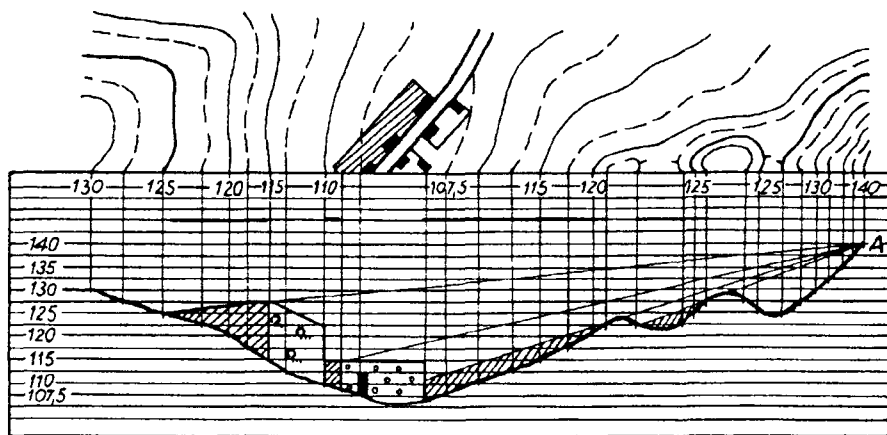
Kontrolą poprawności obliczeń będzie spełnienie warunku

$$\sum_{k=1}^{k=n} h_k = \sum_{k=1}^{k=n} (H_k - W_k) = 0$$

przy czym oczywiście $H_1 = H_p$.

2.15.6. Określenie wzajemnej widoczności punktów i pól niewidocznych

Niekiedy przy projektowaniu trzeba wyznaczyć punkty lub miejsca niewidoczne z określonego punktu lub wzajemnie niewidoczne. Wykorzystać do tego celu można profil podłużny terenu. Po wykreśleniu profilu i ewentualnym naniesieniu nań w skali pionowej wszystkich przedmiotów terenowych utrudniających obserwację, wyznacza się niewidoczne odcinki zasłonięte przez nierówności terenu i przedmioty terenowe prowadząc z punktu obserwacyjnego (punkt A na rys. 2.53) linie styczne do wierzchołka terenu lub tych przedmiotów. Dla uplastycznienia obrazu można zakreskować na profilu miejsca niewidoczne. Rzuty poziome tych odcinków zaznacza się grubszą linią na podstawie profilu.

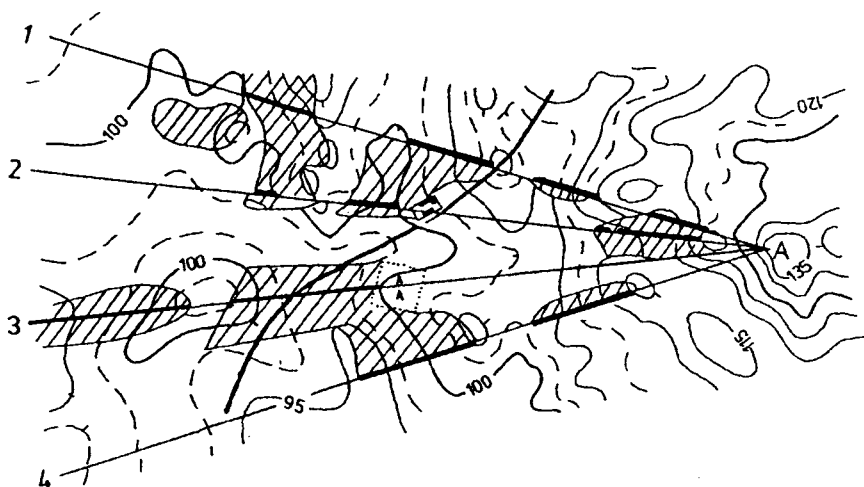


Rys. 2.53. Określanie odcinków niewidocznych na profilu podłużnym

Zasadę tę wykorzystać można dla określenia na mapie pól niewidocznych, czyli tych wycinków terenu, które z powodu rzeźby lub pokrycia terenu są niewidoczne z punktu obserwacyjnego.

W celu określenia tych pól w określonym sektorze, wykreśla się na mapie ze stanowiska obserwacyjnego szereg promienisto rozchodzących się linii profilowych. Liczba linii zależna jest od zróżnicowania rzeźby terenu i pokrycia terenowego.

Wybiera się przede wszystkim linie wzdłuż kierunków przechodzących przez najwyższe wzniesienia i przedmioty terenowe utrudniające obserwację. Następnie w sposób podany powyżej wykreśla się poszczególne profile i zaznacza na nich odcinki niewidoczne. Odcinki te przenosi się na mapę na odpowiednie linie profilowe pogrubiając linie w miejscach zakrytych dla obserwatora. Końce pogrubionych odcinków łączy się liniami krzywymi, odgraniczającymi widoczne pola terenu od niewidocznych. Przy wykreśleniu tych krzywych należy kierować się formami rzeźby terenu oraz przebiegiem poszczególnych linii grzbietowych, a także rozmieszczeniem przedmiotów terenowych. Dla uwypuklenia obszarów niewidocznych można je pokolorować lub zakreskować (rys. 2.54). Jeśli na profilach nie uwzględniono przedmiotów terenowych, efekt opracowania należy sprawdzić w trakcie wywiadu terenowego.

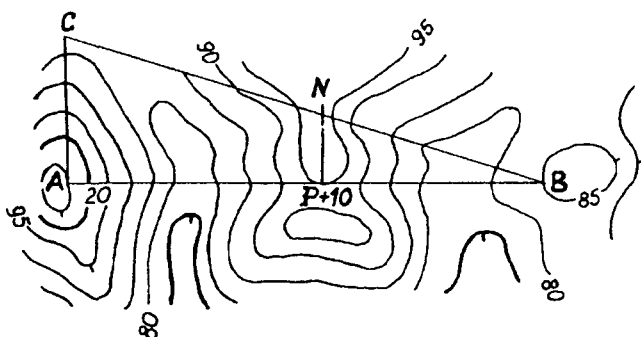


Rys. 2.54. Określanie na mapie pól niewidocznych z punktu obserwacyjnego

Określenie wzajemnej widoczności punktów terenowych wykonać można na podstawie uproszczonych profili uwzględniających tylko najwyższe i najniższe punkty terenu z ewentualnym uwzględnieniem przedmiotów terenowych. Określenie widoczności wykonać można także bez sporządzenia profilu, bezpośrednio na mapie metodą graficzną, bądź też wykorzystując informację z mapy — ustalić na podstawie obliczeń.

Sposób graficzny oparty jest na konstrukcji pomocniczej. Polega na wykreśleniu na mapie prostej łączącej punkty A i B, wyszukiwaniu na niej punktu P, co do którego istnieje prawdopodobieństwo, że uniemożliwia on wzajemną widoczność tych punktów i określeniu z warstwic wysokości względnych przeszkody i punktu wyższego względem niższego. Na punkcie wyższym i w punkcie przeszkody wystawia się prostopadłe do linii AB i odkłada na nich w dowolnej, ale jednakowej skali odcinki odpowiadające obliczonym różnicom wysokości. Jeżeli punkt N wypadnie na prostej CB lub powyżej tej prostej, to brak wzajemnej widoczności między punktami A i B (rys. 2.55).

Wzajemną widoczność na podstawie obliczeń określa się według proporcji. Oblicza się różnicę wysokości między punktami A i B równą AC i między punktami P i B równą PN oraz mierzy na mapie odległości AB i PB.



Rys. 2.55. Określenie na mapie wzajemnej widoczności punktów

W przypadku nierówności

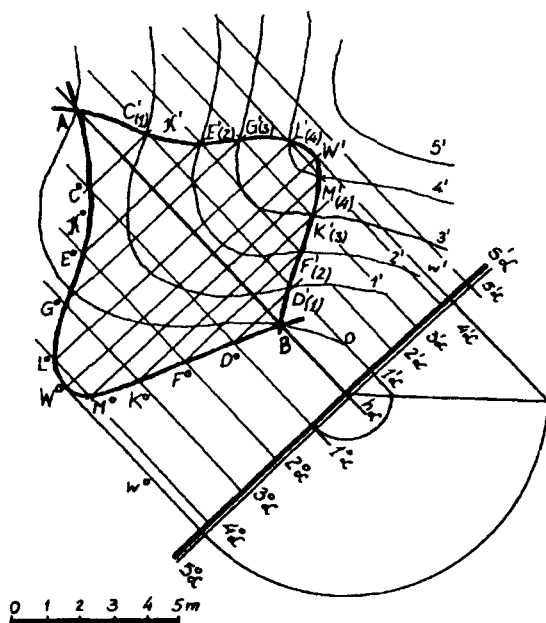
$$\frac{AC}{PN} \leq \frac{AB}{PB}$$

brak wzajemnej widoczności punktów A i B.

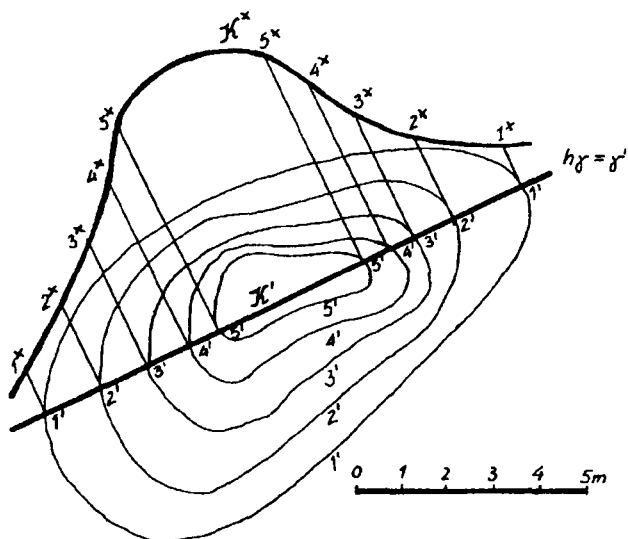
2.15.7. Zastosowanie rzutów cechowanych przy projektowaniu robót ziemnych

Powierzchnię terenu nazywamy powierzchnią topograficzną. Jej warstvice otrzymujemy w wyniku przecięcia powierzchni topograficznej płaszczyznami poziomymi. Mapa warstwicowa jest zatem rzutem cechowanym terenu.

Przekrój powierzchni płaszczyzną α i kład przekroju ilustruje rys. 2.56, a przekrój płaszczyzną rzutującą rys. 2.57.



Rys. 2.56. Przekrój powierzchni topograficznej płaszczyzną i kład przekroju

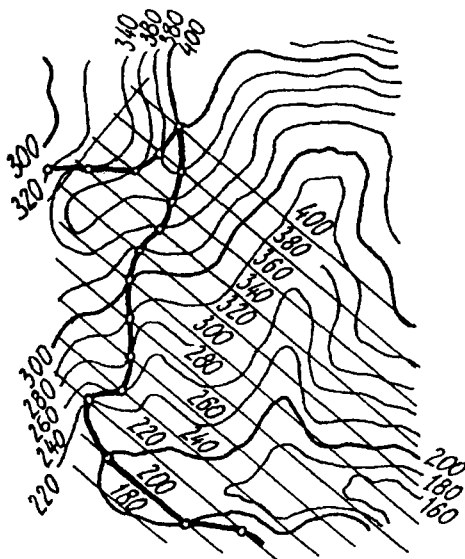


Rys. 2.57. Przekrój powierzchni topograficznej płaszczyzną rzutującą

Aby wyznaczyć punkty przebicia powierzchni prostą p , przez daną prostą prowadzimy dowolną płaszczyznę α i wyznaczamy przecięcie powierzchni tą płaszczyzną. Punkty przecięcia rzutu prostej z rzutem przecięcia powierzchni z płaszczyzną są punktami przebicia.

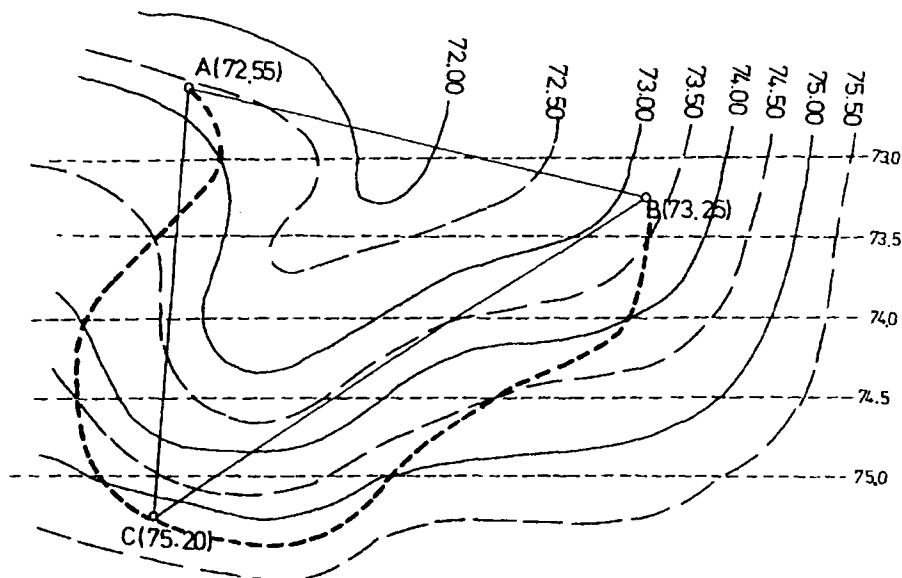
Przy projektowaniu robót ziemnych najczęściej wyznaczamy przekroje powierzchni płaszczyzną oraz wyznaczamy krawędzie płaszczyzn. Linia przekroju powierzchni topograficznej dowolną płaszczyzną nosi nazwę linii intersekcyjnej. Stanowi zbiór punktów przecięcia linii warstwowych terenu i linii warstwowych płaszczyzny α , leżących na tych samych płaszczyznach warstwowych (rys. 2.58). Warstwie płaszczyzny α przecinają warstwie powierzchni terenu w punktach o tych samych cechach. Połączenie tych punktów daje linię krzywą płaską, która jest szukanym rzutem przekroju powierzchni terenu płaszczyzną α .

Zagadnienie wyznaczenia linii przecięcia się projektowanej płaszczyzny z terenem występuje w praktyce najczęściej przy obliczaniu kubatury robót ziemnych wiążących się z realizacją projektu. Wyznaczona linia stanowi tzw. linię zerową robót ziemnych. Projektowana płaszczyzna dana być może albo przez punkt, kierunek największego spadku i jego wielkość, bądź też, częściej, przez trzy punkty.



Rys. 2.58. Wyznaczenie linii intersekcyjnej

Przypuśćmy, iż projektowana płaszczyzna ma przejść przez trzy punkty A, B, C, których położenie zlokalizowano na mapie z warstwicami o cięciu 0,50 m (rys. 2.59).



Rys. 2.59. Przykład wyznaczania przecięcia powierzchni terenu płaszczyzną projektowaną

Stosując jeden z poznanych wcześniej sposobów (por. rozdz. 2.15.1) wyznacza się w oparciu o warstwicę wysokości tych pktów. Następnie na bokach trójkąta ABC znajduje się położenie punktów o wysokościach (cechach) odpowiadających cechom warstwic w tym fragmencie mapy.

Przykładowo dla boku AC, punkty te odległe będą kolejno od punktu A o wielkość

$$b = \frac{a}{H_C - H_A} (H_W - H_A)$$

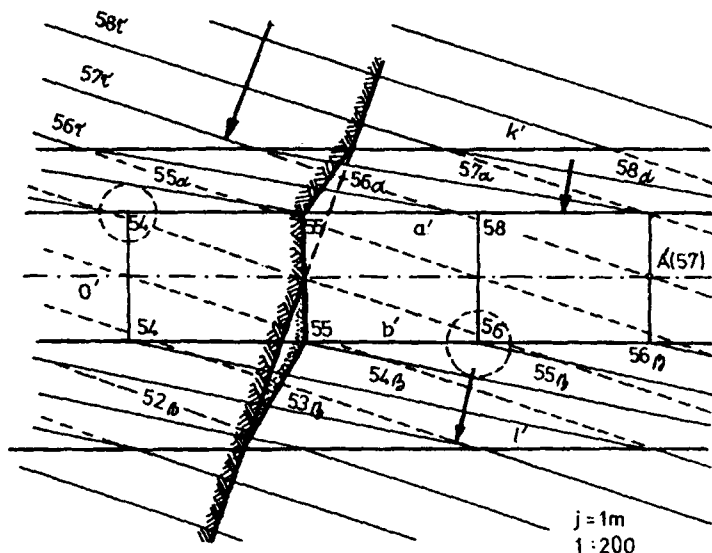
gdzie: a – odległość między punktami A i C zmierzona na mapie,

H_A, H_C – wysokości punktów A i C,

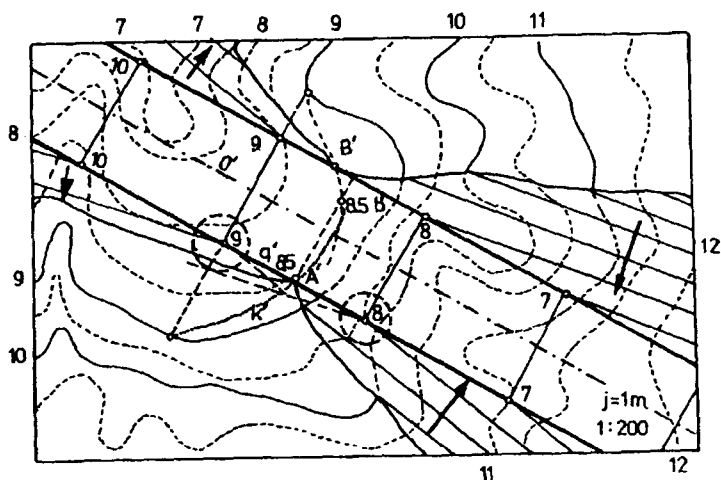
H_W – kolejne cechy warstwic (73,0; 73,5; 74,0 ...).

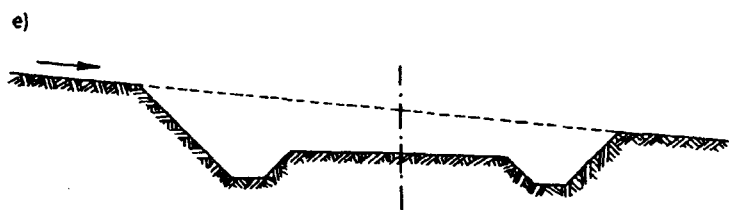
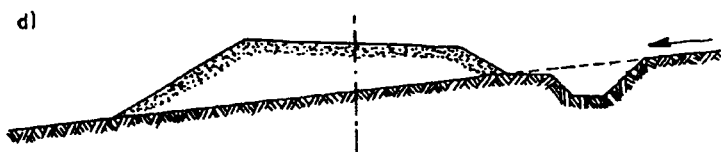
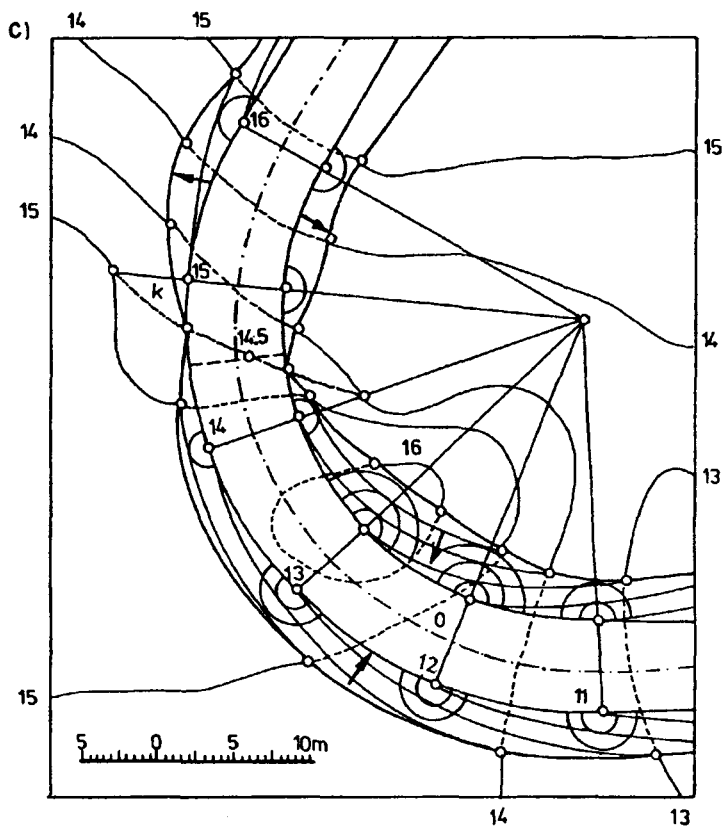
Łącząc jednoimienne punkty z odpowiednich boków trójkąta otrzymuje się zbiór prostych poziomych leżących w projektowanej płaszczyźnie. Odszukując na tych prostych punkty terenu o wspólnej z nimi wysokości (punkty przecięcia się prostych z warstwicami o takich samych cechach) i łącząc je kolejno otrzymuje się szukaną linię zerowych robót ziemnych.

a)

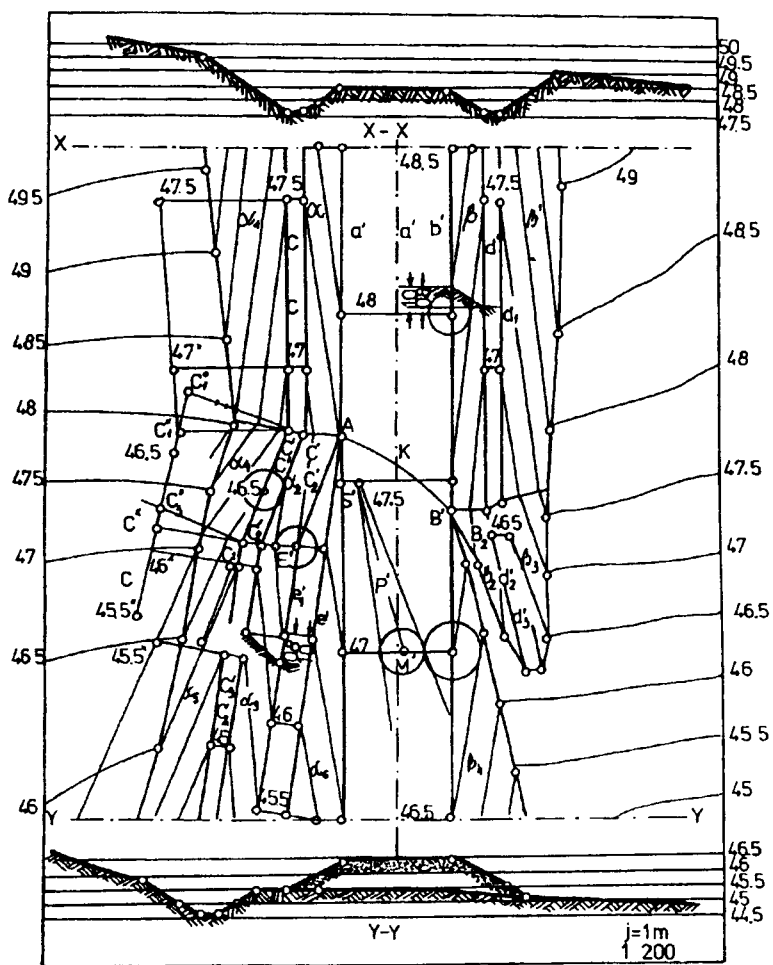


b)

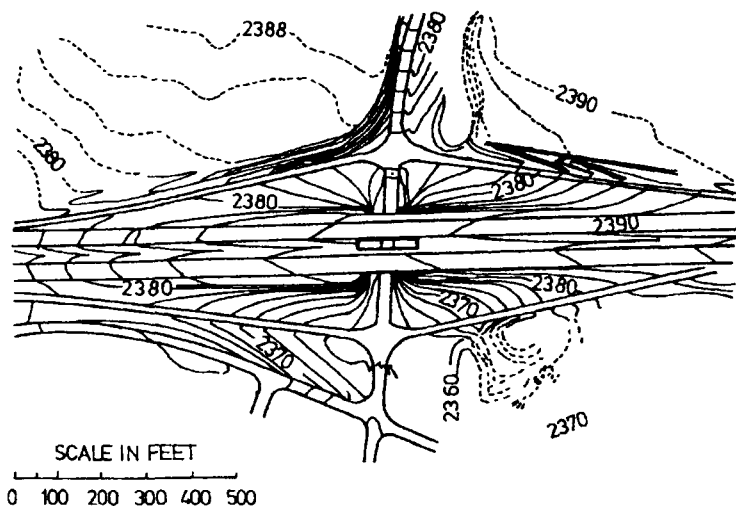




f)



g)



Rys. 2.60. Przykłady geometrycznego kształtowania dróg w procesie projektowania: a) projekt prostego odcinka drogi (bez rowów) w terenie płaskim, b) projekt prostego odcinka drogi (bez rowów) na planie warstwicowym powierzchni topograficznej, c) projekt drogi w łuku kołowym (bez rowów) na planie warstwicowym powierzchni topograficznej, d) przekrój poprzeczny drogi w nasypie, e) przekrój poprzeczny drogi w wykopie, f) projekt prostego odcinka drogi z rowami na planie warstwicowym powierzchni topograficznej, g) projekt wielopoziomowego węzła drogowego

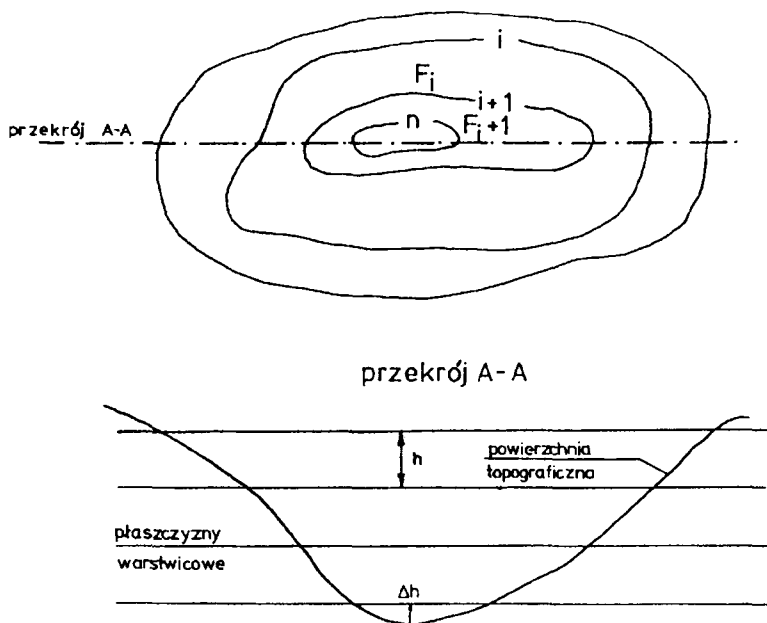
2.15.8. Obliczanie objętości robót ziemnych

Obliczenia objętości robót ziemnych wykonuje się wielokrotnie we wszystkich fazach projektowania inwestycji. W studiach lokalizacyjnych projektowanej inwestycji, wielkość robót ziemnych stanowi często jedno z kryteriów wyboru jej lokalizacji. Po dokonaniu wyboru lokalizacji (często z kilku wariantów) dokonuje się obliczeń objętości wykopów i nasypów dla zbilansowania robót ziemnych. Projekt robót ziemnych inwestycji nazywany jest projektem makroniwelacji terenu i stanowi część projektu zagospodarowania terenu.

W czasie studiów lokalizacyjnych stosować można do przybliżonego obliczania objętości robót ziemnych np. sposób przekrojów poziomych, którego istotę ilustruje rys. 2.61, a w którym objętość oblicza się z wzoru:

$$V = \frac{1}{2} h \Sigma (F_i + F_{i+1}) + \frac{1}{3} \Delta h \cdot F_n$$

gdzie: h – odstęp wysokości między sąsiednimi warstwicami,
 Δh – największa odległość powierzchni terenu od najniższej (lub najwyższej w przypadku wzniesienia) n -tej płaszczyzny warstwowej,
 F_i – pole powierzchni ograniczonej i -tą warstwicą (pomierzone za pomocą planimetru),
 F_n – pole powierzchni ograniczonej n -tą warstwicą.



Rys. 2.61. Obliczenie objętości metodą przekrojów poziomych

W przypadku konkretnej lokalizacji projektowanego obiektu znany jest zarówno kształt i położenie powierzchni topograficznej w określonym układzie współrzędnych, jak i kształt oraz położenie powierzchni projektowanej w tym układzie. Dla określenia objętości bryły zawartej między powierzchnią terenu a powierzchnią projektowaną najczęściej stosowany jest sposób podziału tej bryły na graniastosłupy o podstawach kwadratowych i powierzchniach bocznych, które są płaszczyznami pionowymi przechodzącymi przez boki tych kwadratów. Prace związane z tym zagadnieniem noszą nazwę kartogramu robót ziemnych.

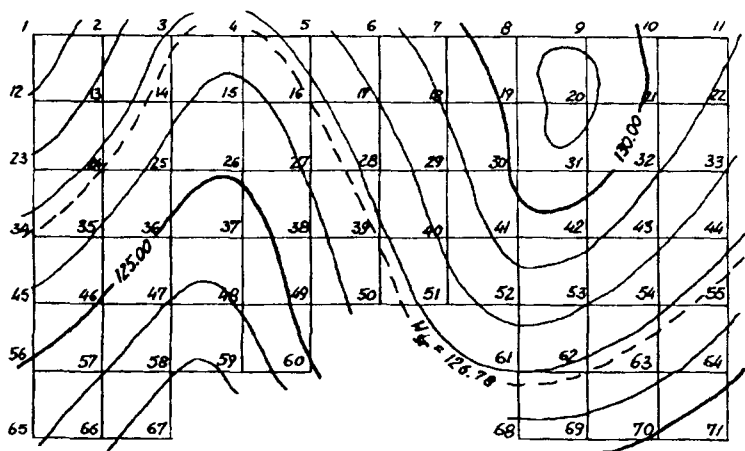
Obszar projektowanej inwestycji dzieli się na mapie liniami równoległymi na kwadraty o boku zależnym od gęstości warstw i potrzebnej dokładności opracowania, najczęściej w granicach 10 – 50 m w skali mapy (rys. 2.62). Dla każdego wierzchołka kwadratów, interpolując przy pomocy harfy, określa się rzędne wysokościowe H_c . Z kolei, dla wierzchołków tych oblicza się wartości rzędnych projektowanych H_{proj} , bazując na założonych w projekcie parametrach, a następnie różnice rzędnych powierzchni terenu i powierzchni projektowanej

$$\Delta h = H_c - H_{proj}$$

Szukaną objętość mas ziemnych liczymy ze wzoru:

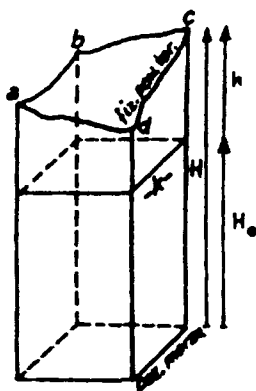
$$V = (k^2/4) (\Sigma \Delta h_1 + 2 \Sigma \Delta h_2 + 3 \Sigma \Delta h_3 + 4 \Sigma \Delta h_4)$$

gdzie: k – długość boku siatki kwadratów,
 $\Sigma \Delta h_1$ – suma różnic rzędnych powierzchni terenu i powierzchni projektowanej występujących w siatce pojedynczo,
 $\Sigma \Delta h_2$ – suma różnic rzędnych wspólnych dla dwóch kwadratów siatki,
 $\Sigma \Delta h_3$ – suma różnic rzędnych wspólnych dla trzech kwadratów,
 $\Sigma \Delta h_4$ – suma różnic rzędnych wspólnych dla czterech kwadratów.



Rys. 2.62. Przykład dla kartogramu robót ziemnych

Na przykład na rysunku 2.62 punkty 13, 14 ... 21, 24 itd. są wspólne dla czterech kwadratów; punkty 49, 52, 58 są wspólne dla trzech; punkty 2, 3, ... 10, 12 ... itd. — dla dwu, zaś punkty 1, 11, 60, 65 itd. są „wspólne” dla jednego kwadratu. Z reguły powierzchniami projektowymi są płaszczyzny o różnych nachyleniach, przy czym bardzo często obszar doprowadza się do płaszczyzny poziomej. Występuje wtedy najczęściej dodatkowy warunek zerowego bilansu mas ziemnych, tzn. ustalenia takiej rzędnej płaszczyzny poziomej, aby nie zachodziła potrzeba przywożenia lub wywożenia ziemi na zewnątrz obszaru objętego projektem. Inaczej mówiąc trzeba obliczyć wysokość tzw. warstwy bilansu zerowego, powyżej której wszystkie masy ziemi muszą być zdjęte (obszar wykopów) i przeniesienie na teren leżący poniżej tej warstwy (obszar nasypów). Z reguły, dla wygody dalszych obliczeń, wysokości terenu H_t redukuje się o stałą wielkość H_o (np. gdy na całym terenie najniższa warstwica ma wysokość np. 123,00 m, można wszystkie wysokości zmniejszyć np. o 120,00) wyznaczając tzw. wysokości zredukowane (rys. 2.63):



$$h = H_t - H_o$$

i obliczyć na ich podstawie wysokość średnią:

$$h_{sr} = \frac{\Sigma h_1 + 2 \Sigma h_2 + 3 \Sigma h_3 + 4 \Sigma h_4}{4n}$$

gdzie: Σh_i oznacza sumę wysokości zredukowanych punktów wspólnych dla i kwadratów.

Wysokość warstwy bilansu zerowego wynosi zatem

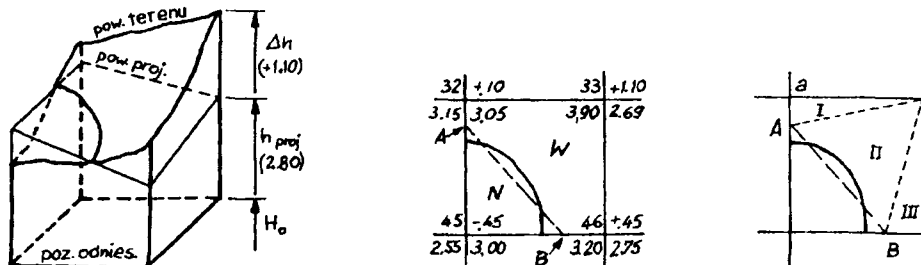
$$H_{dr} = H_o + h_{sr}$$

Rys. 2.63. Obliczenie wysokości zredukowanej

Obliczenia objętości mas ziemi, którą trzeba zdjąć i nawieźć wykonuje się podanym wcześniej wzorem, przy czym przez h rozumie się różnicę wysokości rzędnych terenu i rzędnej warstwy bilansu zerowego. Obliczenia te dotyczą tylko objętości mas w tych kwadratach, w których nie występują krawędzie przecięć powierzchni terenu i płaszczyzny (płaszczyzn) projektowanej. Należy więc do wyników obliczeń objętości wykopów i nasypów dodać odpowiednie objętości mas z kwadratów, przez które przebiegają takie krawędzie (przykłady wyznaczenia krawędzi przecięć w rzutach cechowanych podano w rozdz. 2.15.7). Sposób obliczenia ilustruje rys. 2.64.

Na rysunku 2.64b przy każdym punkcie przecięcia siatki w górnym lewym sektorze wpisany jest nr punktu przecięcia, w dolnym lewym — wysokość

zredukowana terenu h , w dolnym prawym – wysokość zredukowana według projektu h_{proj} , zaś w górnym prawym – różnica tych dwu wysokości $\Delta h = h - h_{proj}$.



Rys. 2.64. Obliczenie objętości mas ziemnych w kwadratach, przez które przebiegają krawędzie: a) ilustracja ogólna, b) sposób opisu narożników kwadratu na podkładzie mapowym, c) obliczenie powierzchni częściowych i średniej wysokości

Dla obliczenia średniej wysokości przyjmuje się oprócz naroży także punkty krawędzi, przy czym dla figur w kształcie trójkątów lub trapezów liczy się średnią arytmetyczną, zaś dla pięciokątów stosuje się sposób opisany poniżej.

Oznaczamy (rys. 2.64c) przez S' , S'' , S''' , powierzchnie trójkątów I, II, III, zaś przez Δh_a , Δh_b , Δh_c – wysokości naroży względem warstwy bilansu zerowego ($h = h - h_{proj}$). Objętości brył ponad warstwicą (gdy dotyczy to wykopów – pod warstwicę) bilansu zerowego wynoszą odpowiednio:

$$v' = \frac{1}{3} (\Delta h_a + \Delta h_b) S'$$

$$v'' = \frac{1}{3} \Delta h_b \cdot S''$$

$$v''' = \frac{1}{3} (\Delta h_b + \Delta h_c) S'''$$

zaś objętość bryły opartej na pięciokącie AabcB wynosi $v' + v'' + v'''$. Odcinek AB, będący podstawą obliczenia powierzchni S' , S'' , S''' stanowi przybliżoną, dokonywaną na oko, zamianę krzywoliniowego odcinka warstwy na prostą.

Według danych z rys. 2.64 objętości mas ziemnych zdejmowanych (wykopy) należy zatem obliczyć jako sumę:

$$v' = \frac{1}{3} (0,10 + 1,10) S' = \frac{1 \cdot 20}{3} S'$$

$$v'' = \frac{1 \cdot 10}{3} S''$$

$$v''' = \frac{1}{3} (1,10 + 0,45) S''' = \frac{1 \cdot 55}{3} S'''$$

oraz dla mas ziemi nasypywanych (N-nasypy):

$$V_N = \Delta h_N \cdot S_N$$

gdzie:

$$\Delta h_N = \frac{-0,45 + 0 + 0}{3}$$

S_N = powierzchnia trójkąta A,B, 45.

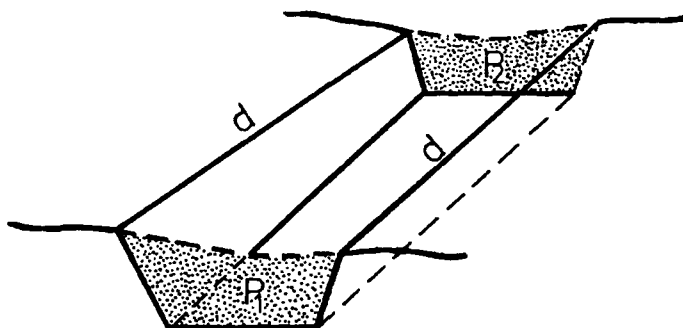
Po obliczeniu sumy mas wykopów i nasypów teoretycznie bilans mas powinien być równy zero. W praktyce osiąga się zgodność rachunkową około 1 – 2%. W rzeczywistości dokładność jest trochę mniejsza. Błędy szacuje się na 3 – 5% w zależności od ukształtowania terenu oraz staranności opracowania. Odchylenia są spowodowane:

- a) dokładnością mapy, zależną od terenowej precyzji pomiaru pikiet, naniesienia ich na mapę i wykreślenia na ich podstawie przebiegu warstwic,
- b) ograniczoną dokładnością opracowania kartogramu wiążącą się z:
 - interpolacją wysokości punktów siatki,
 - dokładnością znalezienia i wykreślenia krawędzi przecięć terenu z powierzchnią projektowaną,
 - zastępowania fizycznej powierzchni terenu, nie dającej się opisać matematycznie, płaskimi wycinkami (obliczenie średnich wysokości płatów powierzchni terenu).

W przypadku projektowania obiektów o wydłużonym kształcie np. dróg, ulic, kanałów, rowów itp. do obliczenia robót ziemnych wykorzystać można informacje zawarte na profilu podłużnym i przekrojach poprzecznych (por. rozdz. 2.15.4). Przybliżone objętości projektowanych wykopów (rys. 2.65) lub nasypów są sumą objętości kolejnych przyrządków liczonych z wzoru:

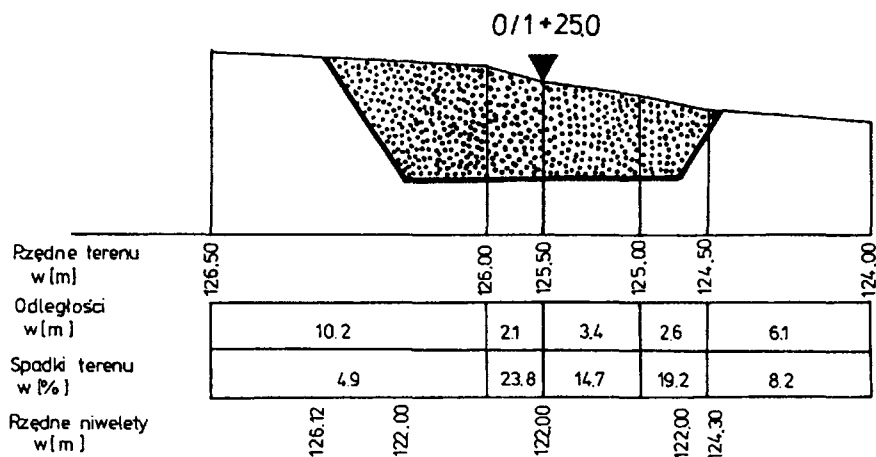
$$V = \frac{d}{3} (P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 P_2})$$

gdzie: P_1, P_2 — pola powierzchni projektowanej budowli na przekrojach terenu płaszczyznami pionowymi, prostopadłymi do osi głównej obiektu,
 d — odległość między przekrojami.



Rys. 2.65. Pryzma wykopu

Pola powierzchni mierzy się na przekrojach poprzecznych, na który umieszczono projekt obiektu (rys. 2.66). Pomiaru tego dokonać można metodą analityczną, graficzną lub przy pomocy planimetru (por. rozdz. 2.14.5).

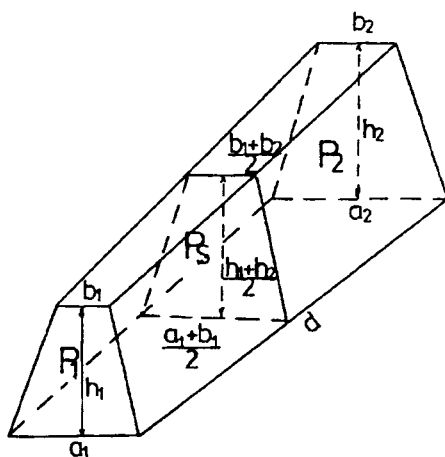


Rys. 2.66. Materiał graficzny do obliczenia pola powierzchni przekroju dla obliczeń objętości

Przy regularnym kształcie pryzm, dokładniejsze obliczenia objętości pojedynczej pryzmy uzyskać można stosując wzór:

$$V = \frac{d}{6} (P_1 + 4P_s + P_2)$$

gdzie P_s oznacza powierzchnię przekroju środkowego, obliczoną na podstawie wymiarów będących średnią z wymiarów przekrojów ograniczających pryzmę (rys. 2.67).

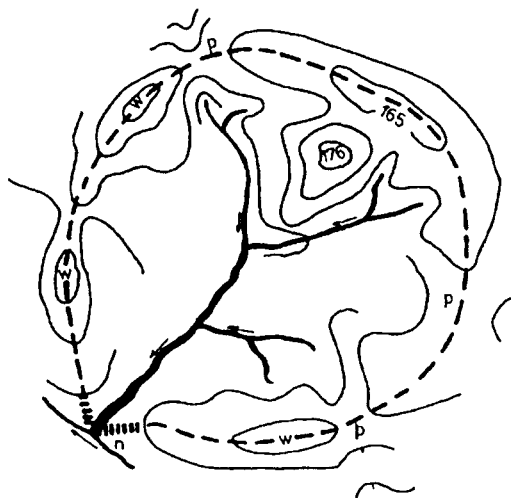


Rys. 2.67. Obliczenie wymiarów przekroju środkowego

2.15.9. Określenie działów wodnych

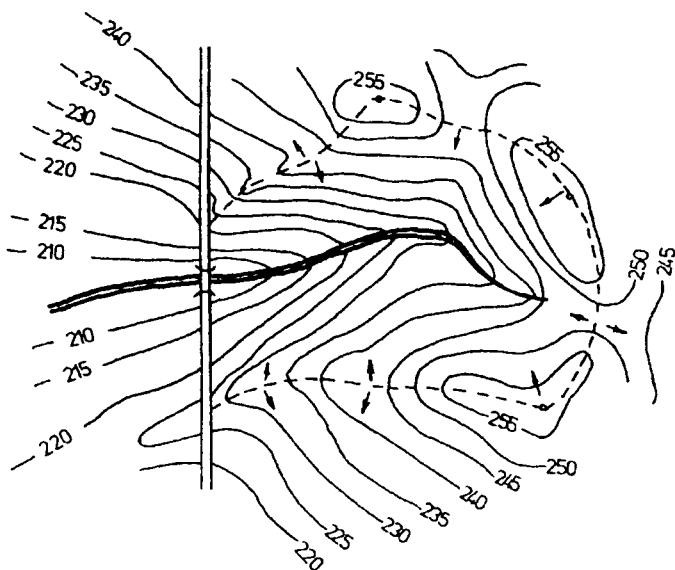
Dział wodny dorzecza ogranicza obszar, z którego spływają wody opadowe, zgodnie ze spadkiem powierzchni terenu, do jednej rzeki. Jego wyznaczenie zaczyna się od ujścia rzeki. Prowadzi się od niego najkrótszą linię do najbliższej warstwy i stąd wzdłuż linii grzbietowej (rys. 2.68) przez wierzchołki i przełęcz, najkrótszą linią prostopadłe do warstw, aż do ujścia po przeciwnej stronie ciek.

Dział wodny przebiega zatem po wyniosłościach terenu. Jednakże nie wysokości terenu decydują o jego przebiegu, ale ciągłość nachyleń terenu. Zdarza się, że najwyższe wzgórze izolowane jest dolinami skierowanymi do jednego ciek i nie leży na głównym dziale wodnym, ale obok niego. Leży ono wtedy zwykle na dziale wodnym niższego rzędu (np. wzgórze o wysokości 176 m n.p.m. na rys. 2.68 przez które przebiega dział wodny dopływów rzeki).



n - dział wodny niepewny
 p - przełęcz
 w - wierzchołki wzgórz

Rys. 2.68. Określenie wododziału dorzecza



Rys. 2.69. Określenie wododziału zlewni

Jeśli dział wodny zaczyna się rysować nie od ujścia danej rzeki, ale od dowolnego przekroju poprzecznego przez jej koryto, wówczas tak ograniczoną część dorzecza nazywa się zlewnią. Na rysunku 2.69 przedstawiono przykład zlewni istotnej przy projektowaniu wielkości przepustu w drodze przecinającej ciek wodny.

2.16. Sporządzanie obrazów perspektywicznych

W projektowaniu zagospodarowania terenu końcowa faza prac winna sprowadzać się do optymalnego sprawdzenia przyjętej koncepcji. Jedną z metod takiej kontroli mogą być obrazy perspektywiczne, pozwalające ocenić nie tylko walory estetyczne elementów projektu, ale również ewentualne ich nieprawidłowości. Pracochłonność przetworzenia danych projektowych na rysunki perspektywiczne zależy głównie od liczby punktów podlegających przetworzeniu. Prace obliczeniowe ułatwiają elektroniczne maszyny cyfrowe, które w połączeniu z urządzeniami kreślącymi (plotterami) pozwalają na szybkie uzyskanie obrazów z dowolnie przyjętego środka rzutów. Obrazy te można uzyskać na ekranie monitora lub w formie wydruku na papierze. Opracowane programy umożliwiają wykonanie zmian w projekcie przez wkomponowanie w utworzone obrazy nowych elementów, oraz korekt kolejnych wersji.

Tam, gdzie dostęp do tej techniki jest utrudniony, lub gdy nie przewiduje się dużej pracochłonności wykonania zadania, prace te możemy wykonać ręcznie, korzystając z metody współrzędnych perspektywicznych, opierającej się na teorii rzutu środkowego. Jak wiadomo, rzuty środkowe punktów dowolnego obiektu są jednoznacznie określone z chwilą ustalenia położenia środka rzutów i płaszczyzny obrazu względem rozpatrywanego obiektu. Współrzędnymi perspektywicznymi punktu nazywamy współrzędne określone w płaszczyźnie obrazu.

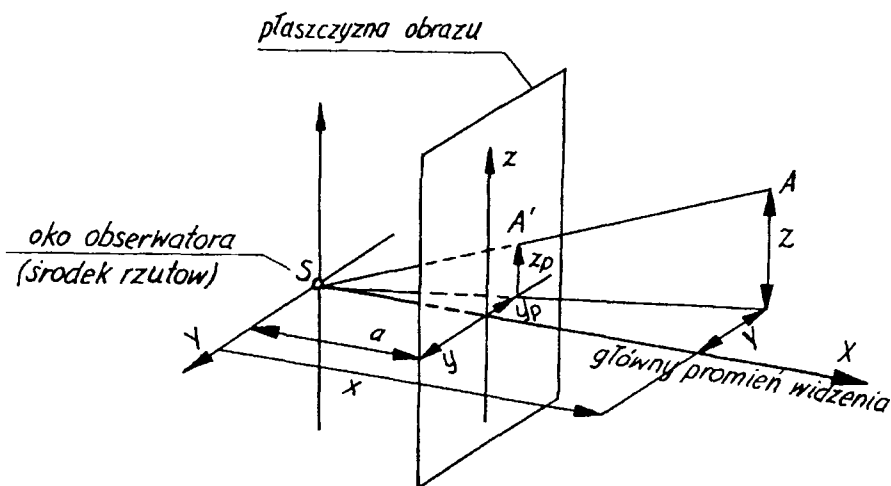
Istota metody polega zatem na przeliczeniu współrzędnych prostokątnych punktów obiektu określonych w lokalnym układzie x, y, h którego położenie w przestrzeni definiuje początek układu S pokrywający się ze środkiem rzutów (okiem obserwatora), oraz pozioma oś x skierowana w głównym kierunku widzenia i prostopadła do płaszczyzny obrazu — na współrzędne w tej płaszczyźnie, tzn. na współrzędne perspektywiczne u, v .

Zależność między współrzędnymi terenowymi i perspektywicznymi wyjaśnia rys. 2.70, a opisują wzory:

$$u = a \cdot \frac{y}{x}$$

$$v = a \cdot \frac{h}{x}$$





Rys. 2.70. Zależności między współrzędnymi terenowymi i perspektywicznymi

Przyjęta wielkość a (odległość środka rzutów od płaszczyzny rzutów) wyznacza skalę obrazu perspektywnego. Ze względu na to, że dane projektowe obliczone są z reguły w innym układzie współrzędnych prostokątnych X, Y, H (projekt zagospodarowania wykonuje się we współrzędnych geodezyjnych na mapie w innym niż wyżej opisany, dogodnym do obserwacji elementów projektu układzie lokalnym x, y, h) zachodzi konieczność transformacji (przeliczania) współrzędnych.

Zadanie to dla współrzędnych X, Y można wykonać graficznie na mapie przez wrysowanie na nią osi współrzędnych lokalnych (rys. 2.71) i odczytywanie wartości x, y za pomocą podziałki transwersalnej i cyrkla. Współrzędną wysokościową h można określić analitycznie jako różnicę rzędnej H danego punktu oraz $H_{\text{oka obserwatora}}$. Zapisując współrzędne lokalne x, y, h należy pamiętać, że mogą być one również ujemne.

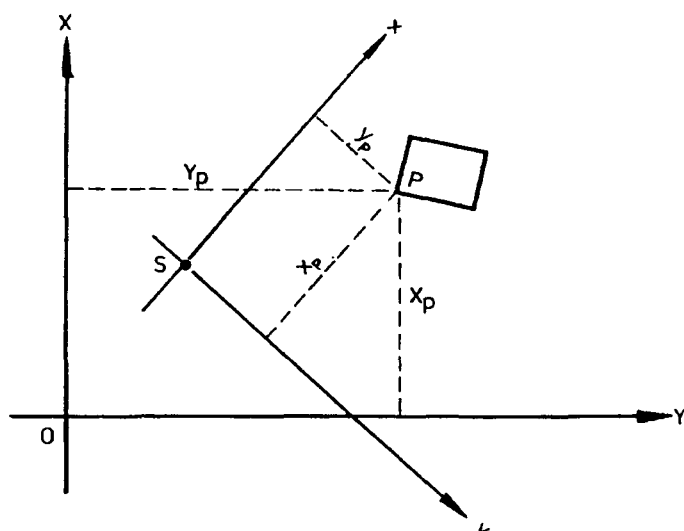
Konstruowanie rysunków perspektywnych jest szczególnie przydatne do projektowania ciągów komunikacyjnych. W takich przypadkach oś lokalnego układu współrzędnych x skierowuje się często wzdłuż osi głównej tego ciągu, współrzędną wysokościową h określa się graficznie na profilu podłużnym, na który nanosi się horyzont o rzędnej punktu obserwacyjnego $H_{\text{oka(środku rzutów)}}$; zaś obliczenia prowadzi się dla określonych przekrojów poprzecznych. W przyjętym

i-tym przekroju współrzędna x_i jest wartością stałą, co pozwala przekształcić wzory do postaci:

$$u = \frac{a}{x_i} \cdot y = c_i \cdot y$$

$$v = \frac{a}{x_i} \cdot h = c_i \cdot h$$

i utworzyć dla określonego c_i specjalne nomogramy przyspieszające obliczenia.

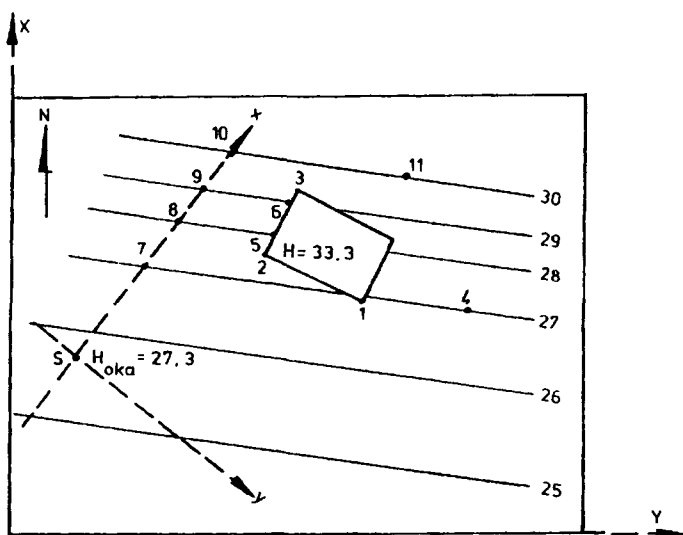


Rys. 2.71. Graficzna transformacja współrzędnych mapy na układ lokalny

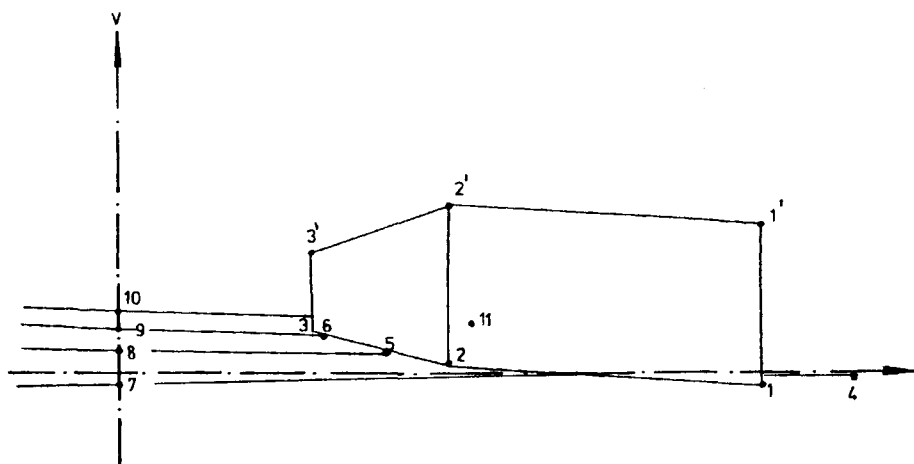
Przykład

Wykonać rysunek perspektywiczny bryły zaprojektowanej na mapie ^{*} w skali 1 : 1000 (rys. 2.72) i obserwowanej z punktu S znajdującego się 1,50 m nad ziemią, jeśli odległość obrazu $a = 10$ cm. Główny kierunek obserwacji określa oś x wskreślonego na tę mapę układu współrzędnych lokalnych.

^{*} w celu ułatwienia analizy przykładu przyjęto uproszczony rysunek warstwicowy oraz nieskomplikowaną bryłę obiektu.



Rys. 2.72. Element projektu zagospodarowania terenu z określonym układem lokalnym



Rys. 2.73. Rysunek perspektywiczny projektowanej bryły

Na rysunku 2.73 przedstawiono rysunek perspektywiczny zaprojektowanej bryły.

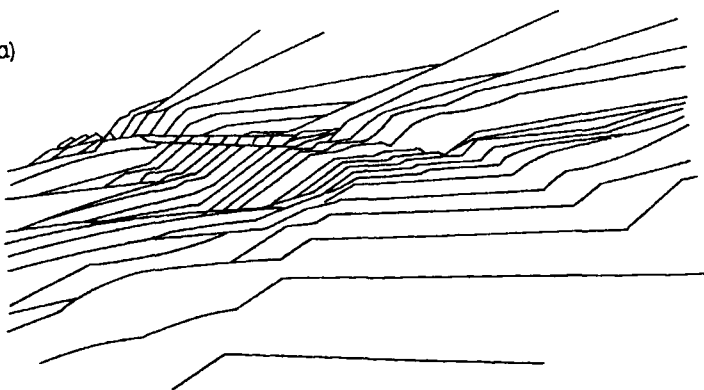
Na rysunku 2.74 zilustrowano przykład rysunku perspektywicznego projektowanej drogi, opracowany przy wykorzystaniu techniki komputerowej.

T a b e l a 2.9

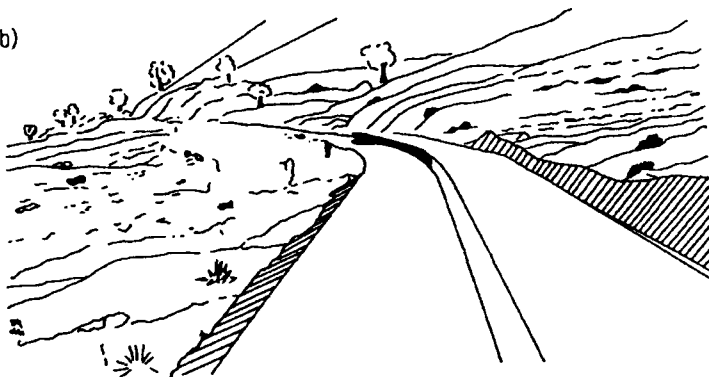
Obliczenie współrzędnych perspektywicznych

Nr pkt.	x mm	y mm	H m	H _{pkc} m	h mm	u mm	v mm	Uwagi
1	30,0	26,5	26,9	27,3	-0,4	8,84	-1,3	$u = a \cdot \frac{y}{x}$ $v = a \cdot \frac{h}{x}$
2	26,2	12,0	27,5		-0,2	45,8	+0,8	
3	36,2	10,0	29,3		+2,0	27,6	+5,5	
4'	30,0	26,5	33,3		+6,0	88,3	+20,0	
2'	26,2	12,0	33,3		+6,0	45,8	+22,9	a = 100 mm
3'	36,2	10,0	33,3		+6,0	27,6	+16,6	
4	37,8	38,9	27,0		-0,3	102,9	-0,8	
5	30,0	11,1	28,0		+0,7	37,0	+2,3	
6	34,7	10,0	29,0		+1,7	28,8	+4,9	
7	15,2	0	27,0		-0,3	0	-2,0	
8	23,0	0	28,0		+0,7	0	+3,0	
9	28,8	0	29,0		+1,7	0	+5,9	
10	35,0	0	30,0		+2,7	0	+7,7	
11	41,9	20,5	30,0		+2,7	49,0	+6,4	

a)



b)



Rys. 2.74. Obraz perspektywiczny projektowanej drogi: a) rysunek wykonany przez plotter (zarys przekrojów poprzecznych), b) rysunek uzupełniony przez kreślarza

2.17. Praca z mapą w terenie

Korzystając z mapy w terenie należy ją zorientować. Zorientować mapę to znaczy ułożyć ją tak, aby kierunki świata na mapie były zgodne z kierunkami stron świata w terenie i ustalić punkt na mapie, w którym znajdujemy się będąc w terenie.

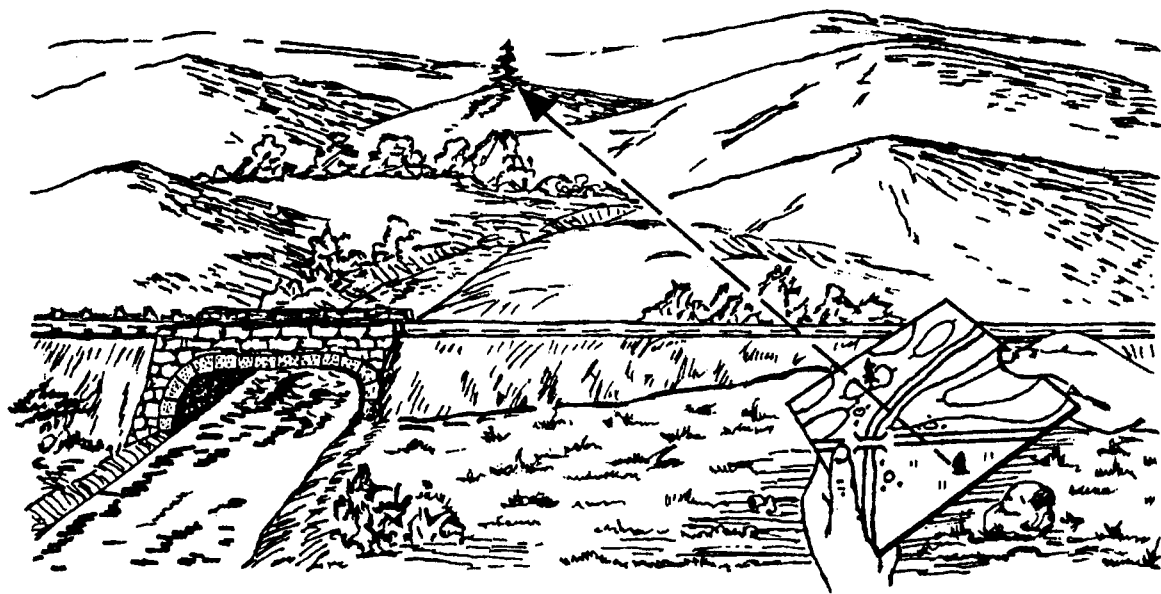
W przypadku mapy zasadniczej nie sprawia to z reguły większych trudności. Duża skala tej mapy i odpowiadająca jej duża szczegółowość opracowania pozwalają na łatwą identyfikację stanowiska i geometryczną orientację mapy, polegającą na zgraniu linii sytuacyjnych na mapie z odpowiadającymi im liniami w terenie.

W przypadku mapy topograficznej, określenie miejsca stania, szczególnie na terenach niezabudowanych, może okazać się trochę trudniejsze. Po geometrycznej orientacji mapy według elementów liniowych (pobliska droga, tor kolejowy, rów, linia wysokiego napięcia, granice użytków itp.) oraz charakterystycznych szczegółów punktowych (komin, wieża kościelna, pojedyncze drzewo itp.) – rys. 2.75, identyfikację stanowiska na mapie wykonać można szacunkowo (rys. 2.76), domiarami bądź graficznie.

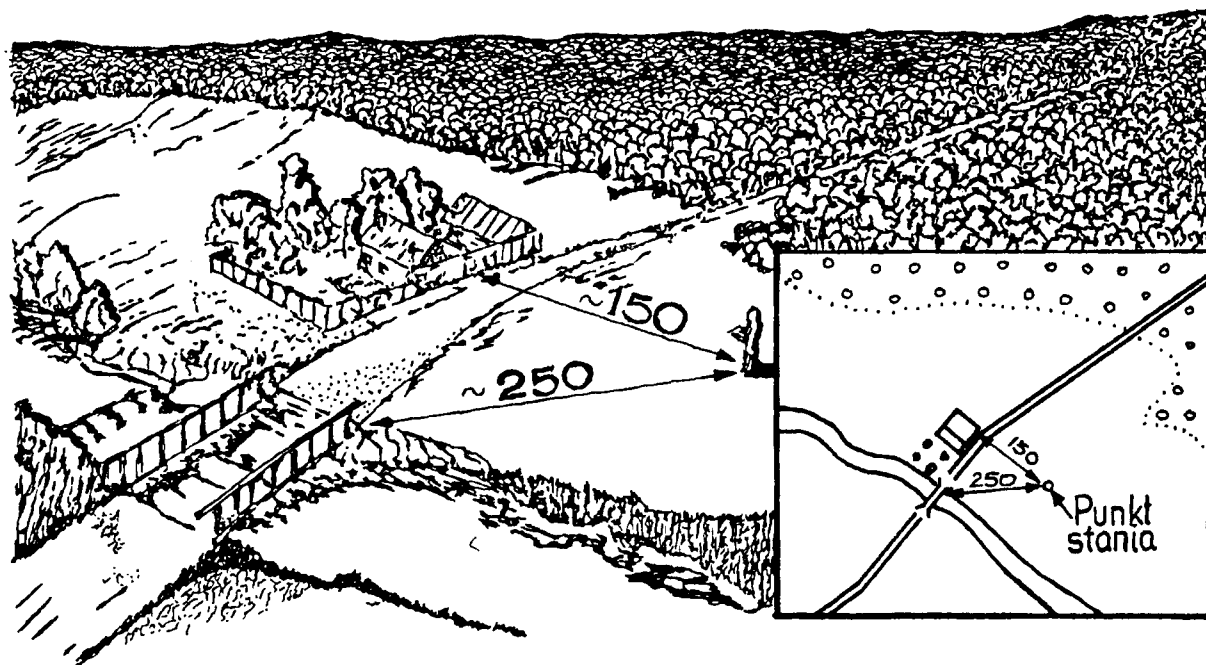
Określenie miejsca stania domiarem może być bardzo proste, jeśli polega na pomiarze wzdłuż zidentyfikowanego kierunku odległości od miejsca stania do najbliższego punktu w terenie, który można jednoznacznie zidentyfikować w terenie (rys. 2.77a). Może być też trudniejsze gdy domierza się odległości do trzech zidentyfikowanych przedmiotów terenowych, a miejsce stania na mapie otrzymuje się w punkcie przecięcia dwóch lub trzech promieni tych odległości w skali mapy (rys. 2.77b).

Określenie na mapie miejsca stania sposobem graficznym wykonać można także np. wcięciem w bok, wcięciem wstecz, wcięciem w przód lub metodą biegunową.

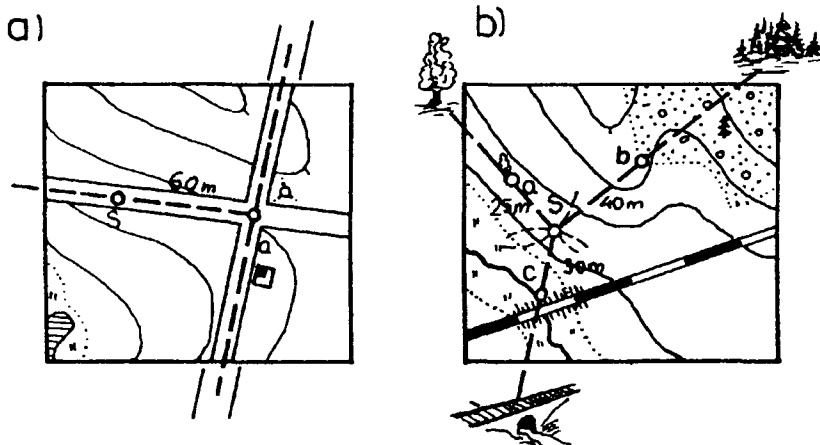
Wykonanie wcięcia w bok (rys. 2.78) jest możliwe wówczas gdy zostanie zidentyfikowany na mapie prosty odcinek np. drogi (ab), na którym stoimy w terenie (AB) i widoczny jest w terenie daleki przedmiot (C) zidentyfikowany na mapie (c). Mapę należy zorientować na kierunek AB i przyłożyć linijkę do punktu c. Nie zmieniając położenia mapy należy obracać linijkę dookoła punktu c (rys. 2.79), dopóki jej kierunek nie pokryje się z kierunkiem na punkt C widoczny w terenie. Miejsce przecięcia się kierunku cC z odcinkiem ab, na którym się znajdujemy, jest szukanym miejscem stania S.



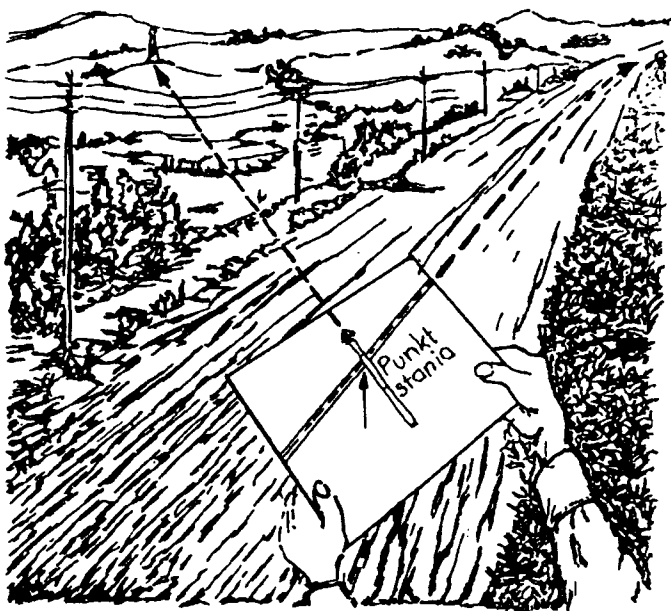
Rys. 2.75. Geometryczne orientowanie mapy w terenie



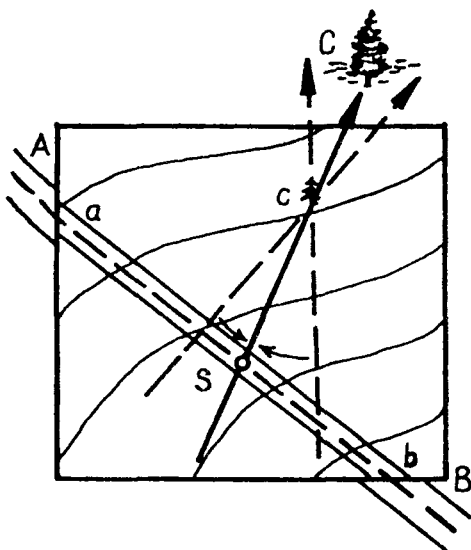
Rys. 2.76. Szacunkowe określenie miejsca (położenia) na mapie według przedmiotów terenowych



Rys. 2.77. Określenie na mapie miejsca stania domiarem: a) do jednego punktu, b) do trzech punktów



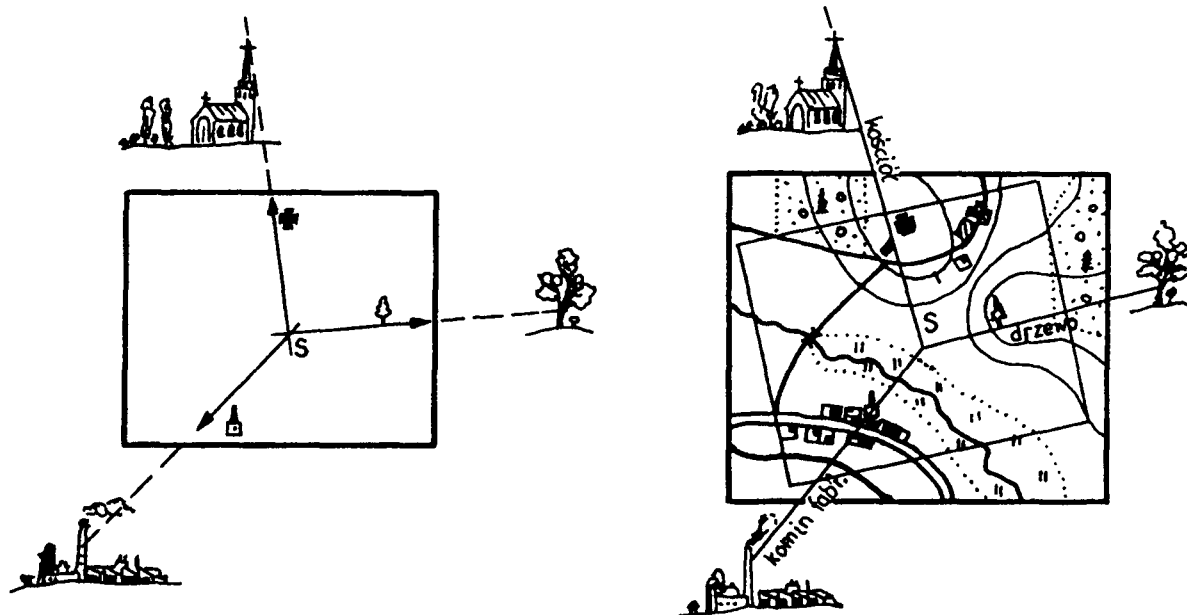
Rys. 2.78. Określenie swego położenia na mapie za pomocą wcięcia w bok



Rys. 2.79. Konstrukcja graficzna przy wyznaczaniu położenia (s) za pomocą wcięcia w bok

Określenie miejsca stania wcięciem wstecz najprościej można wykonać tzw. sposobem kalki (rys. 2.80). Polega on na wykonaniu wcięcia na trzy punkty i nie wymaga uprzedniego zorientowania mapy. Wcięcie to wykonuje się w następujący sposób. Do szkicownika wkładamy kalkę techniczną i z dowolnie wybranego na niej miejsca (najlepiej w pobliżu środka kalki) celuje się wzdłuż linijki na pierwszy z wybranych punktów w terenie, rysując ten kierunek na kalce, podobnie na drugi z punktów terenowych. Na trzeci punkt terenowy celuje się przez punkt przecięcia się na kalce tych dwóch wcześniej wykreślonych kierunków. Przez cały czas szkicownik musi być nieruchomy. Na końcach linii odpowiednich kierunków rysuje się sygnatury przedstawiające wcinane punkty terenowe (rys. 2.80a). Trzy punkty do których narysowano kierunki na kalce są zobrazowane na mapie. Kładąc kalkę na mapie przesuwa się ją dopóty, aż wykreślone na niej trzy kierunki przejdą przez odpowiadające im punkty. Miejsce stania otrzymuje się przez przekłucie na mapę punktów przecięcia się kierunków na kalce (rys. 2.80b).

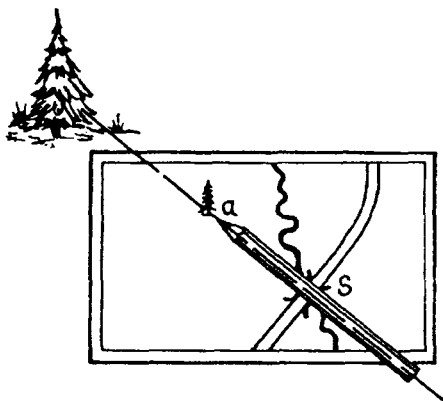
Sposób ten wymaga bardzo dokładnej i starannej pracy, zarówno przy konstrukcji kierunków, jak i wpasowaniu ich na mapę. Jednakże najstaranniejsze nawet wykonanie nie zapewni wysokiej dokładności, wyznaczone stanowisko należy traktować zatem jako stanowisko przybliżone.



Rys. 2.80. Określenie miejsca stania (s) wcięciem wstecz sposobem kalki: a) wyznaczenie kierunków na kalce, b) nałożenie kalki na mapę i pokrycie kierunków na mapie odpowiednimi kierunkami na kalce

Logiczne jest, że opisane sposoby określania miejsca stania wykorzystane być mogą także do przybliżonego wyznaczania na mapie brakującego na niej przedmiotu terenowego (miejsce stania = przedmiot terenowy). Wykorzystując zlokalizowane na zorientowanej mapie miejsce stania, brakujące na tej mapie szczegóły terenowe można także w przybliżeniu wrysować stosując metodę biegunową lub metodę wcięcia w przód.

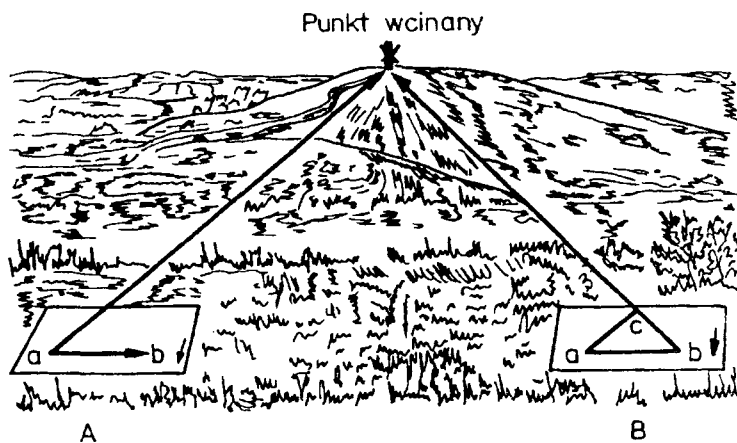
Stosując metodę biegunową należy na zorientowanej mapie przyłożyć liniał do stanowiska i wycelować nim na brakujący punkt terenowy. Wzdłuż uzyskanego kierunku odmierzyć następnie należy w skali mapy odcinek odpowiadający pomierzonej w terenie odległości od stanowiska do interesującego nas punktu (rys. 2.81). Stosując postępowanie odwrotne (liniał przyłożony do stanowiska i znaku topograficznego na mapie, odmierzenie w terenie wzdłuż celowej odległości wziętej z mapy) można odszukać w terenie interesujące nas szczegóły przedstawione na mapie.



Rys. 2.81. Wniesienie punktu na mapę metodą biegunową

Jeśli w terenie są dwa wzajemnie widoczne punkty A i B oraz na mapie odpowiadające im punkty a i b, to można na mapę nanieść wszystkie inne punkty terenu widoczne z punktów A i B bez wykonywania pomiarów liniowych, stosując konstrukcję graficzną zwaną wcięciem w przód. Stajemy nad punktem A i celując wzdłuż liniału przyłożonego do odcinka ab na punkt B w terenie orientujemy mapę. Nie zmieniając jej położenia przykładamy liniał do punktu a celując na punkt C w terenie. Wzdłuż liniału wykreślamy kierunek ac. Następnie przechodzimy na punkt B. Po zorientowaniu mapy wzdłuż kierunku BA przykładamy liniał do punktu b i celując na punkt C wykreślamy kierunek bc.

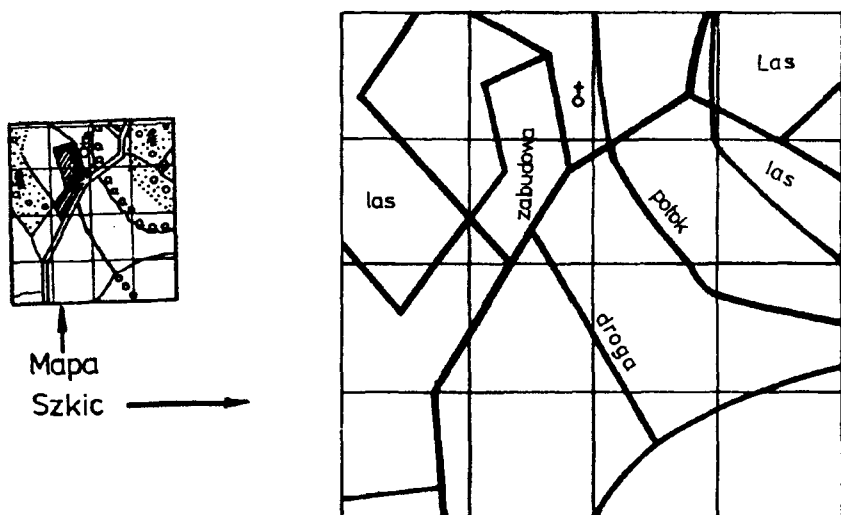
Punkt przecięcia się wyznaczonych kierunków ac i bc na mapie położenie punktu C (rys. 2.82). Możliwa do uzyskania w terenie, niewielka precyzja tych operacji, nakazuje jednak traktować uzyskaną na mapie lokalizację punktu jako jego położenie przybliżone, niemniej, w trakcie wywiadu terenowego, często wystarczające. Przedstawione metody wykorzystane być mogą natomiast z powodzeniem do sporządzania szkiców terenowych, wykonywanych w przypadku, kiedy mapa którą dysponujemy jest sporządzana w skali nie pozwalającej na przedstawienie wymaganych szczegółów. Stosować można zarówno metodę biegunową (szkic z miejsca), metodę wcięcia w przód (szkic z bazy), jak i (najczęściej) obie metody łącznie.



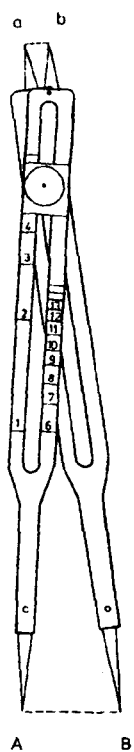
Rys. 2.82. Wnoszenie punktów na mapę metodą wcięcia w przód

W przypadku opracowania szkicu większego obszaru, znacznie zwiększa dokładność, skraca czas pracy terenowej i znacznie ją ułatwia osnowa szkicu przerysowana w powiększeniu z mapy. Osnowę mogą stanowić np. linie dróg, sieci wodnej, granice użytków itp. (rys. 2.83). Układ tych linii możemy przenieść z interesującego nad fragmentu mapy na papier szkicu wykorzystując oczka siatki kwadratów wykreślone:

- na mapie w oparciu o prostokątny układ siatki kilometrowej,
- na papierze w odpowiednim, żądanym powiększeniu.



Rys. 2.83. Fragment mapy i sporządzana na jego podstawie osnowa do szkicu polowego



Rys. 2.84. Cyrkiel proporcjonalny

Przy odpowiednio gęstej siatce przeniesienie treści odbywać się może na oko, bądź też przy większych oczkach siatki z wykorzystaniem cyrkla proporcjonalnego (rys. 2.84). Żądany stosunek długości odcinka ab (na mapie) do odcinka AB (na szkicu) uzyskujemy przez zmianę położenia zacisku C na ramionach cyrkla.

LITERATURA

- [1] **Bald K.:** Nowe tendencje w planowaniu miast. Arsenał – VIII TUP, Łódź 1990.
- [2] **Bonатовski G., Jaczynowski S., Mróz W.:** Terenoznawstwo, Miernictwo, Zasady fotografii Cz. „Kartografii Geologicznej” pod red. W. Słowańskiego. Wydawnictwo Geologiczne, W-wa 1988.
- [3] **Brokman L.:** Mapy podkładowe do opracowań tematycznych. „Przegląd Geodezyjny” nr 5/79.
- [4] **Ciesielski J., Podlacha K.:** Koncepcja opracowania map tematycznych dla potrzeb gospodarki terenowej i ochrony środowiska. Materiały kurso-konferencji SGP nt.: Mapy tematyczne. Zielona Góra 1976.
- [5] **Ciesielski J., Podlacha K.:** Metodyka sporządzania map tematycznych. Podstawy kompleksowego urządzania obszarów wiejskich. Wydawnictwa IUNG, Zeszyt 3. Puławy 1979.
- [6] **Czochański M., Kowalski G.:** Pomiary na mapie oraz graficzne przetwarzanie zdjęć. Materiały pomocnicze do ćwiczeń z kartografii i fotogrametrii. Wyd. Politechniki Łódzkiej (na prawach rękopisu). Łódź 1983.
- [7] **Dzikiewicz B.:** Topografia. Wyd. MON, Warszawa 1960.
- [8] **Flis J.:** Kartografia w zarysie. Wyd. PZWS, Warszawa 1973.
- [9] **Gaździcki J.:** Systemy informacji przestrzennej. PPWK, Warszawa 1990.
- [10] **Goetel W.:** Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobów. Kosmos nr 3/1966.
- [11] **Grygorenko W.:** Redakcja i opracowanie map ogólnogeograficznych. Wyd. PPWK, Warszawa 1970.
- [12] **Hopfer A., Urban M.:** Geodezyjne urządzenie terenów rolnych. PWN, Warszawa 1984.
- [13] **Hopfer A. (red.):** Wycena nieruchomości. Materiały szkoleniowe Wyd. ART, Olsztyn 1992.
- [14] **Jachimowski S.:** Niwelacja i tachymetria. Nakładem Instytutu Wydawniczego Związku Mierniczych R.P., Warszawa 1949.
- [15] **Jankowski W.:** Geometria wykreślna. Podręcznik dla inżynierskich studiów zawodowych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1971.
- [16] **Jeżewska M., Jeżewski E.:** Analiza treści mapy zasadniczej m. Łodzi w aspekcie jej wykorzystania dla ochrony środowiska. Wybrane prace seminaryjne Studium Podyplomowego „Inżynieria Miejska” Politechnika Łódzka, Łódź 1975.

- [17] **Kossakowski M., Szymański M.:** Rysunki perspektywiczne dróg. Problemy Projektowania Dróg i Mostów nr 4/1973.
- [18] **Kujawski E.:** Pomiarы geodezyjne i fotogrametryczne w architekturze. Skrypt Politechniki Białostockiej, Białystok 1986.
- [19] **Leszczyński L.:** Geografia a planowanie przestrzenne i ochrona środowiska. PWN, Warszawa 1977.
- [20] **Łabęcki Z.:** Geodezja leśna. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa 1978.
- [21] **Mercik S., Juzwa K.:** W sprawie doskonalenia współdziałania służb budowlanych i geodezyjnych w procesie inwestycyjnym. Materiały XXXIII Konferencji Naukowej KILiM PAN i PZiTb. Krynica 1987.
- [22] **Michalik K.:** Rola map topograficznych w badaniach naukowych. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej nt. Mapy topograficzne Polski w edycji cywilnej. Wyd. SGP. Kraków 1980.
- [23] **Michalik K.:** Charakterystyka istniejącego systemu map tematycznych. [W:] Podstawy kompleksowego urządzenia obszarów wiejskich Wyd. IUNiG. Zeszyt 3, Puławy 1979.
- [24] **Michalik K.:** Funkcja map topograficznych w problemie opracowania systemu map tematycznych dla celów racjonalnego planowania rozwoju aglomeracji miejskich. Materiały III Seminarium nt. Optymalizacja pomiarów geodezyjnych. Wyd. Polit. Warszawskiej, Warszawa 1980.
- [25] **Michalik K.:** Rola map topograficznych w badaniach naukowych. Materiały kursokonferencji SGP nt. Mapy topograficzne Polski edycji cywilnej. Kraków 1980.
- [26] **Musierowicz J., Niewiadomski J., Miarka W.:** Geodezja miejska [W:] Wkładka do Terminarza Technika 1984 – Geodezja Wyd. Sigma, Warszawa 1984.
- [27] **Odlanicki-Poczobutt M.:** Geodezja. Podręcznik dla studiów inżynieriyno-budowlanych. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa 1974.
- [28] **Pilitowski T.:** Stolik mierniczy i prace stolikowe. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych. Warszawa 1973.
- [29] **Piotrowski R.:** Mapa, miejsce i rola w systemie informacji o terenie. Materiały Konferencji naukowo-technicznej: „System informacji o terenie – doświadczenia łódzkie”, Wyd. SGP, Łódź 1993.
- [30] **Podlacha K.:** Koncepcja podsystemu map społeczno-gospodarczych dla potrzeb racjonalnego użytkowania obszarów wiejskich. Prace IGiK, Warszawa 1981.
- [31] **Przewłocki S., Kowalski G., Czochoński M.:** Istota „Atlasu metodycznego map tematycznych województwa miejskiego łódzkiego”. ZNPŁ, s. Budownictwo z. 40, Łódź 1988.
- [32] **Przewłocki S.:** Geodezja inżynieriyna z fotogrametrią. Skrypt Politechniki Łódzkiej, Łódź 1979.
- [33] **Przewłocki S., Kowalski G., Czochoński M.:** Kartografia tematyczna w inżynierii środowiska. Skrypt Politechniki Łódzkiej, Łódź 1985.
- [34] **Przewłocki S., Zimka J.:** Ćwiczenia z geometrii wykreślnej. Skrypt Politechniki Łódzkiej, Łódź 1987.



- [35] **Ratajski L.:** *Metodyka kartografii społeczno-gospodrczej* Wyd. PPWK, Warszawa 1973.
- [36] **Stasiewicz H., Łaski W.:** *Topografia wojskowa.* Wyd. Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1983.
- [37] **Strzałkowski J.:** *Uwagi o działalności Zespołu Uzgadniania Dokumentacji Miejskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego w Łodzi.* Przegląd Geodezyjny nr 10/1978.
- [38] **Szaflarski J.:** *Zarys kartografii.* Wyd. PPWK, Warszawa 1965.
- [39] **Szumski Z., Rolnik G.:** *Materiały pomocnicze do ćwiczeń z geodezji i miernictwa budowlanego.* Skrypt Politechniki Łódzkiej, Łódź 1984.
- [40] **Waksmudski K.A.:** *Problem zniszczenia i skażenia środowiska geograficznego.* Zeszyty Naukowe Stowarzyszenia PAX nr 1/1973.
- [41] **Winnicki T.:** *Podstawy ochrony przyrody (W) Podstawy ochrony środowiska.* Skrypt Politechniki Wrocławskiej.- Wrocław 1976.
- [42] *Zasady kartograficznego zdjęcia sozologicznego.* Praca zbiorowa pod kierunkiem J. Stawina. Instytut Kształtowania Środowiska. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1977.
- [43] *Instrukcja i wytyczne techniczne Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.*

3. SZACOWANIE NIERUCHOMOŚCI I POWSZECHNA TAKSACJA NIERUCHOMOŚCI

3.1. Wprowadzenie

W poprzednich rozdziałach rozpatrywaliśmy przestrzeń geograficzną (otaczającą człowieka) w aspekcie geometrycznym a ściślej – geodezyjnym jeśli mówiliśmy o mierzeniu elementów tej przestrzeni – i kartograficznym jeśli mówiliśmy o jej zobrazowaniu i wykorzystaniu tego obrazu dla celów użytkowych w tym celów projektowych.

W rozdziale 2.10 pojawiło się inne spojrzenie, mianowicie spojrzenie prawne (problem mienia, czyli możliwości dysponowania rzeczą przez osobę fizyczną lub prawną) na wybrane elementy tej przestrzeni, czyli **ewidencja gruntów i budynków**. Ewidencja gruntów i budynków wiąże w jednolity całościowy system informacji przydatny dla potrzeb nowoczesnego Państwa aspekt geometryczny i aspekt prawny tych elementów przestrzeni geodezyjnej. Ale w chwili obecnej jest to już za mało.

W systemie gospodarki rynkowej podstawowym instrumentem jest wartość. Wartość może być rozpatrywana z różnych punktów widzenia. Na gruncie ekonomii najczęściej rozważane są kategorie wartości wymiennej, użytkowej i ekonomicznej.

Wartość wymienna (zwana też rynkową) oznacza relacje w jakich różne towary są wzajemnie wymieniane. Znajduje ona swój wyraz w ilości jednostek pieniężnych jakie możemy za dany towar otrzymać, czyli w cenie.

Wartość użytkowa oznacza zdolność danego dobra do zaspokojenia potrzeb człowieka.

Wartość ekonomiczna definiowana jest jako wyceniony zestaw cech dobra służącego zaspokajaniu społecznie akceptowanych potrzeb ludzkich. Każde dobro posiada wartość ekonomiczną jeżeli charakteryzuje się następującymi cechami: **użytecznością** czyli zdolnością do zaspokojenia potrzeb konkretnej osoby lub grupy osób, **rzadkością**, czyli występuje w ilości niedostatecznej do pokrycia potrzeb wszystkich potrzebujących i **dostępnością**.

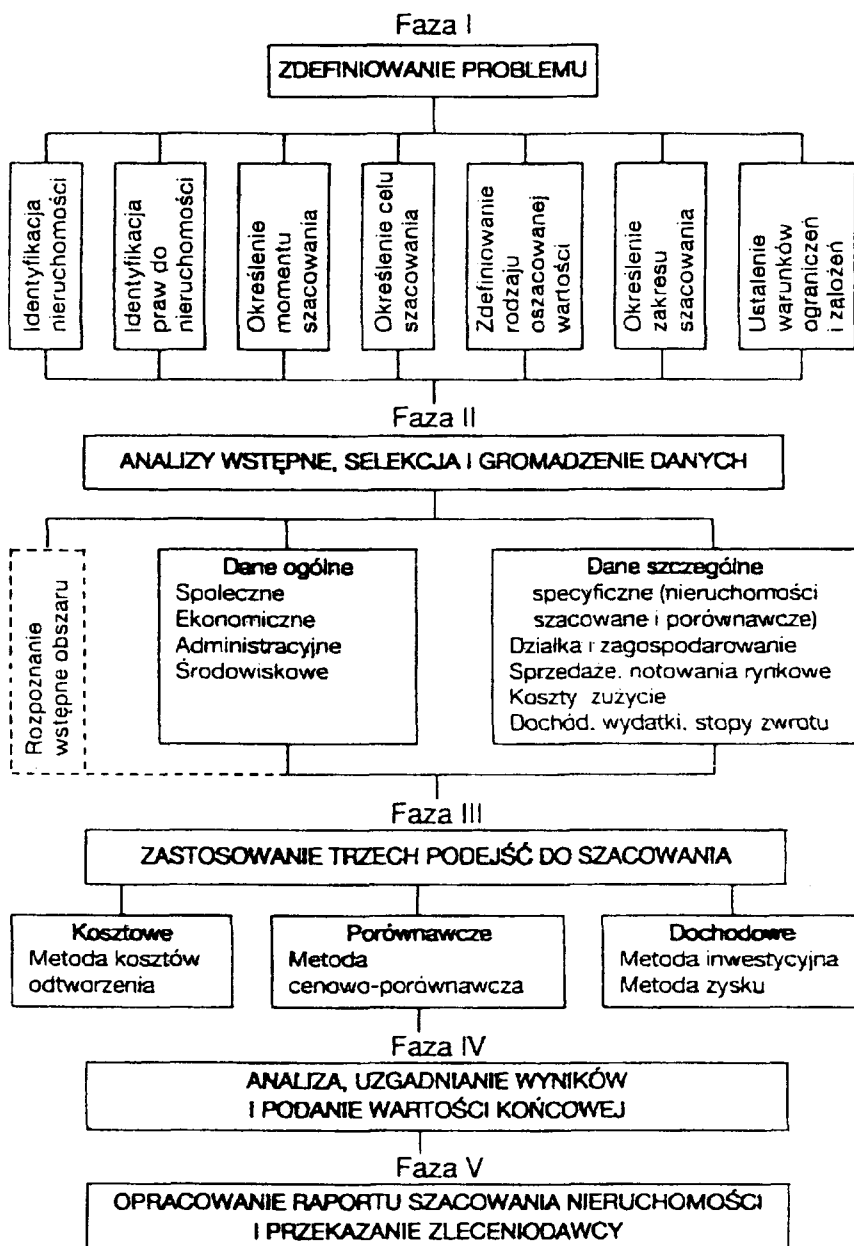
Dobro może mieć wartość użytkową, ale jeśli nie posiada zdolności wymiany, np. jest fizycznie lub prawnie niedostępne lub brak jest chętnych w tym miejscu lub czasie na to dobro nie ma ono wartości ekonomicznej. Dobro o określonej wartości ekonomicznej w momencie pojawienia się na rynku staje się **towarem** a uzyskana za nie **cena** jest miernikiem wartości wymiennej tego towaru w tym miejscu i czasie.

Dobra, które są przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania są **nieruchomości**. Nieruchomość definiuje się jako część ziemi (gruntu), łącznie z elementami składowymi trwale z nią związanymi (budynki, budowle, urządzenia, nasadzenie), tworzącą całość oznaczoną granicami i będącą przedmiotem odrębnych praw władania.

3.2. Szacowanie nieruchomości

Nieruchomość nie ma sama w sobie wartości, ale może ją uzyskać w wyniku prowadzonej na niej działalności gospodarczej lub w wyniku innych korzyści, które przynosi lub może przynieść w przyszłości. Zestaw czynności technicznych, obliczeniowych i interpretacyjnych, które dają w efekcie wartość ekonomiczną nieruchomości wyrażoną jedną lub kilkoma liczbami nazywamy **wyceną** lub **szacowaniem nieruchomości**. Po wycenie nieruchomości uzyskując wartość ekonomiczną staje się towarem i może być przedmiotem wymiany. Nieruchomość jak każde dobro posiada obiektywną substancję tworzącą wartość. Wycenie podlegają nie wszystkie cechy nieruchomości, gdyż jest to fizycznie niemożliwe. Oznacza to, że wyceniamy nie całą wartość użytkową nieruchomości, lecz tylko niektóre, wyselekcjonowane i uznane przez rzeczoznawcę za najistotniejsze cechy. Zatem zespół obiektywnych cech, tworzących wartość użytkową, zostaje poddany subiektywnej ocenie rzeczoznawcy. Stąd też wycena jest jedynie opinią o wartości, a wyceniający przedstawia swoje o niej wyobrażenie.

Terminy „wycena nieruchomości” i „szacowanie nieruchomości” występują w literaturze przedmiotu zamiennie i w zasadzie oznaczają to samo. Termin „wycena” pojawia się częściej w opracowaniach teoretycznych, natomiast terminu „szacowanie” częściej używają praktycy. Proces szacowania nieruchomości jest systematyczną realizacją procedury, której końcowym rezultatem jest przybliżona jej wartość. Szczegółowy schemat tej procedury przedstawia rys. 3.1. Wyróżniono w nim pięć faz procesu określając w okienkach poszczególne kroki, które wykonać musi rzeczoznawca aż do uzyskania efektu końcowego.



Rys. 3.1. Proces szacowania nieruchomości

W zależności od celu szacowania, regulacji prawnych lub ważnych norm technicznych stosuje się różne podejścia, metody i techniki szacowania. Wyróżnia się trzy podejścia do szacowania nieruchomości:

- podejście porównawcze,
- podejście kosztowe,
- podejście dochodowe.

Podejście porównawcze do szacowania nieruchomości polega na określeniu wartości nieruchomości w wyniku analizy rynku danego typu nieruchomości i porównywaniu sprzedanych nieruchomości z obiektem szacowania. Podstawą podejścia porównawczego jest to, iż wartość rynkowa nieruchomości pozostaje w bezpośredniej relacji do cen konkurencyjnych nieruchomości porównawczych i zależy od szeregu reguł ekonomicznych.

Szacowanie wartości nieruchomości odbywa się poprzez porównanie nieruchomości szacowanej (przedmiotu wyceny) z nieruchomościami podobnymi o znanych cechach transakcyjnych (obiekty porównawcze). Ze względu na fakt, że nieruchomości nie mogą być absolutnie identyczne wprowadza się korekty i poprawki do cen jednostek porównawczych w celu wyeliminowania lub złagodzenia występujących różnic. Najczęściej stosowane jednostki porównawcze nieruchomości to: 1 m² powierzchni użytkowej budynku lub lokalu, 1 m² działki budowlanej i 1 ha działki rolnej. Stosowanie korekt i poprawek jest sprowadzeniem obiektów porównawczych do „wspólnego mianownika” z przedmiotem wyceny. Wartość szacowanego obiektu jest wówczas średnią ze skorygowanych i poprawionych wartości obiektów porównawczych.

Podejście porównawcze może być stosowane do szacowania wszystkich typów nieruchomości i rodzajów praw jeśli tylko zaistniała w ostatnim czasie dostateczna ilość wiarygodnych transakcji, aby na ich podstawie można było określić zachowanie się rynku nieruchomości.

Podejście kosztowe do szacowania nieruchomości zakłada, że potencjalny nabywca nie zapłaci za kupowaną nieruchomość więcej niż kosztowałoby go odtworzenie takiej samej nieruchomości, na tym samym gruncie i o tym samym stopniu zużycia obiektów budowlanych. Wartość nieruchomości szacowana podejściem kosztowym jest sumą wartości działki (gruntu), wszystkich bezpośrednich i pośrednich kosztów budowy łącznie z narzutami i zyskiem firm wykonawczych, kosztów przygotowania i uporządkowania terenu oraz kosztów opracowania dokumentacji projektowej i nadzoru budowlanego. Koszt działki interpretowany jest jako wysokość nakładów, jakie należy ponieść na zakup gruntu o tej samej funkcji i o jak najbardziej podobnych walorach użytkowych.

Koszt odtworzenia obiektów budowlanych obliczyć można na dwa sposoby.

1. Jako koszty odtworzenia repliki istniejącego budynku (ta sama konstrukcja, rozwiązania funkcjonalne i te same materiały) – stosowane zwykle w przypadku obiektów nowszych.

2. Jako koszty zastąpienia, czyli zbudowania obiektu spełniającego te same funkcje i o tej samej wielkości lecz przy zastosowaniu współczesnych technologii i dzisiejszych wymogów użytkowych – stosowanie często w przypadku obiektów starych i zużytych.

Wartość odtworzeniową obiektu budowlanego na datę szacowania oblicza się mnożąc szacunkowy koszt odtworzenia nowego obiektu przez współczynnik stopnia zużycia technicznego lub funkcjonalnego lub obu łącznie.

Podejście kosztowe stosuje się do naliczania odszkodowań za poniesione straty z tytułu wywłaszczenia, klęsk żywiołowych czy też do analizy opłacalności inwestowania w przedsięwzięcie.

Podejście dochodowe do szacowania nieruchomości bazuje na zasadzie, że wartość obecna nieruchomości pozostaje w ścisłej relacji do dochodu jakiego można oczekiwać w przyszłości. Inwestor nabywający nieruchomość wytwarzającą dochód faktycznie zamienia obecną kwotę pieniędzy na prawo otrzymywania przyszłych kwot. Zatem wartość dochodowa nieruchomości definiowana jest jako obecna wartość tych przyszłych korzyści. Korzyści te, czyli zyski mogą wystąpić w dwóch formach: jako cykliczny przypływ gotówki (np. dochód z czynszu) lub z odsprzedaży nieruchomości. Proces przekształcenia dochodu w wartość nazywa się kapitalizacją dochodu.

Niezależnie od tego jaki typ dochodu będzie podstawą szacowania, podlega on kapitalizacji przy zastosowaniu jednej z dwóch głównych technik: kapitalizacji prostej (bezpośredniej) lub dyskontowania przepływów pieniężnych.

Kapitalizacja prosta jest procesem zamiany jednorocznego przepływu dochodu na wartość dochodową przy użyciu ogólnej stopy kapitalizacji według formuły:

$$W = \frac{D}{R_o}$$

gdzie: W – wartość dochodowa nieruchomości,
 D – jednoroczny dochód operacyjny netto,
 R_o – ogólna stopa kapitalizacji.

Szacowanie nieruchomości techniką dyskontowania przepływów pieniężnych polega na przekształceniu przyszłych przepływów dochodów w obecną wartość dochodową przy użyciu odpowiedniej stopy dyskonta według formuły:

$$W_{(DCF)} = \frac{CF_1}{(1 + r)} + \frac{CF_2}{(1 + r)^2} + \dots + \frac{CF_t}{(1 + r)^t} + \frac{RV}{(1 + r)^t}$$

gdzie: $W_{(DCF)}$ – wartość wyznaczona techniką dyskontowania przepływów pieniężnych,

CF – wynik finansowy na koniec kolejnego roku prognozy,

1, 2 ... t – kolejne lata prognozy,

RV – wartość nieruchomości w ostatnim roku prognozy,

r – stopa dyskonta,

$\frac{1}{(1 + r)^t}$ – współczynnik dyskontujący w kolejnym roku prognozy.

Podejście dochodowe stosuje się do szacowania nieruchomości wytwarzających dochód np. kamienic czynszowych, biurów, domów handlowych, hoteli itp. lub do analizy opłacalności takich przedsięwzięć na szacowanym gruncie.

Opisane pokrótce sposoby szacowania nieruchomości służą celom niewielkiego jeszcze w Polsce rynku nieruchomości, opłatom skarbowym z tytułu przeniesienia praw własności, zabezpieczeniom kredytowym oraz wszelkiego typu odszkodowaniom. Dotyczy to tylko drobnego ułamka procenta nieruchomości rocznie w skali całego kraju. Dla potrzeb gospodarczych państwa o systemie gospodarki rynkowej niezbędne jest oszacowanie wartości majątku narodowego zawartego we wszystkich nieruchomościach. Wzorem innych rozwiniętych krajów Polska również musi taką operację przeprowadzić. Istnieją ku temu sprzyjające przesłanki w postaci funkcjonującego systemu informatycznego ewidencji gruntów i budynków. Oznacza to, że system ewidencji gruntów i budynków musi zostać uzupełniony o jeszcze jeden parametr opisujący grunty i budynki, mianowicie ich społecznie i urzędowo akceptowaną wartość, czyli o wartość taksacyjną.

3.3. Powszechna taksacja nieruchomości

Przyporządkowanie każdej nieruchomości na obszarze kraju określonej wartości nosi nazwę taksacji powszechnej.

Powszechna taksacja nieruchomości stanowi podstawę wymiaru podatku od wartości nieruchomości. Pozwala to na sprawiedliwsze rozłożenie ciężaru podatkowego posługując się kryterium majątności, a także na uświadomienie

podatnikom, czyli wszystkim członkom społeczności lokalnej pełnych kosztów konsumowanych i finansowanych przez nich (za pośrednictwem podatku) usług komunalnych.

Określenie wartości gruntów umożliwia racjonalne ich zagospodarowanie zarówno na poziomie lokalnym jak i ogólno-krajowym. Powszechna taksacja odgrywa niebagatelną rolę w planowaniu przestrzennym. Umożliwia mianowicie ekonomiczną ocenę poprawności przyjętych w planie zagospodarowania rozwiązań oraz określenie skutków ekonomicznych wariantów planistycznych. Ułatwia także przeorientowanie społeczeństwa w kierunku gospodarki rynkowej i usprawnia rynek obrotu nieruchomościami. Umożliwia wreszcie oszacowanie w pieniądzu skutków skażeń i zanieczyszczeń środowiska naturalnego oraz realnych kosztów jego rekultywacji, a także wybór ekonomicznie uzasadnionych kierunków przekształceń.

3.3.1. Podstawy taksometryczne

W taksometrii, czyli nauce zajmującej się metodami ilościowymi określania wartości obiektów, wartość obiektu V jest zależna od jego wartości użytkowej oraz natężenia pola cenności, w którym obiekt ten aktualnie się znajduje. Działanie pola cenności powoduje, że obiekt posiadający jakąś wartość użytkową, czyli zdolność do zaspokojenia określonej ludzkiej potrzeby, uzyskuje określoną wartość wymienną.

$$V_m = V_o \cdot c$$

gdzie: V_m – wartość wymienna,
 V_o – wartość użytkowa,
 c – natężenie pola cenności.

Cenność definiowana jest jako stosunek (relacja) człowieka do danego obiektu (rzeczy), wobec przeświadczenia, że obiekt ten (rzecz) zaspokaja jakieś jego potrzeby. Z tej definicji wynika, że inna jest cenność tego samego obiektu według jego właściciela, a inna według ewentualnego nabywcy tego obiektu, stąd natężenie pola cenności jest wypadkową cenności obu stron transakcji.

W zastosowaniu do powszechnej taksacji nieruchomości formuła taksometryczna przyjmuje postać

$$V_T = V_o \cdot c_T$$

gdzie: V_T – wartość taksacyjna nieruchomości,
 V_o – wartość początkowa (wyjściowa) nieruchomości,
 c_T – natężenie taksacyjnego pola cenności.



Natężenie taksacyjnego pola cenności jest wypadkową cenności według właścicieli, władających lub zarządców nieruchomości z jednej strony oraz fiskusa, który urzędowo określa wymiar podatku od wartości taksacyjnej nieruchomości, z drugiej strony. System powszechnej taksacji nieruchomości jest jednym z najbardziej złożonych systemów ekonomiczno-prawno-geometrycznych i prawidłowo funkcjonuje tylko w oparciu o jednolity system prawno-geometryczny czyli ewidencję gruntów i budynków oraz o prawidłowo rozpoznany i analizowany rynek obrotu nieruchomościami.

Metodycznie operację powszechnej taksacji nieruchomości rozdzielić można na dwie czynności:

- określenie wartości początkowej poszczególnych rodzajów i elementów składowych nieruchomości zgodnie z typologią ewidencji gruntów i budynków,
- określenie pól cenności poszczególnych rodzajów i elementów składowych nieruchomości na określonym obszarze zgodnie z regułami lokalnych rynków nieruchomości.

Poszukiwanie wartości początkowej poszczególnych składników nieruchomości prowadzi się w obszarze określonym jej definicją. Jest to wyrażona w jednostkach pieniężnych zdolność rozpatrywanego składnika nieruchomości tj. gruntu, budynku, lokalu, budowli do zaspokojenia społecznie akceptowanych **podstawowych** potrzeb ludzkich. Zakłada się, że zdolność ta jest stała. Wówczas np. wartość początkową gruntu pod budownictwo mieszkaniowe jednorodzinne wyraża kwota pieniędzy, którą nabywca jest skłonny zapłacić za działkę nieuzbrojoną, z dojazdem, na której zgodnie z planem zagospodarowania przestrzennego wolno jest postawić budynek mieszkalny a warunki geologiczno-gruntowe i przyrodnicze nie utrudniają budowy. Wartości tej poszukiwać można wśród transakcji na działki niezabudowane i nieuzbrojone położone na obrzeżach badanego obszaru (np. jednostki ewidencyjnej). Wszelkie ulepszenia takie jak: droga urządzona, zaopatrzenie w wodę i energię, odbiór ścieków, bliskość centrów handlowych i usługowych, korzystne warunki środowiskowe, standard sąsiedztwa itp. podnoszą jej cenność. W podobny sposób ustala się wartość początkową każdego składnika nieruchomości na rynku lokalnym. Ponieważ powszechna taksacja nieruchomości jest przedsięwzięciem urzędowym, możliwe jest również urzędowe ustalenie wartości początkowej poszczególnych składników nieruchomości.

Drugim niezbędnym krokiem w procesie powszechnej taksacji jest określenie pól cenności poszczególnych części składowych nieruchomości na rozpatrywanym obszarze. Polem cenności nazywamy pole subtelne, w którym wielkością skalarną jest cenność c określonej klasy obiektów. W odniesieniu do nieruchomości może ono być dane np. w postaci rozkładu natężenia c w czasoprzestrzeni x, y, z, t jako funkcja

$$c = \frac{V_m}{V_o} = f(x, y, z, t)$$

gdzie: c – natężenie pola cenności nieruchomości,

V_m – wartość rynkowa nieruchomości,

V_o – wartość początkowa nieruchomości.

Natężenie pola cenności rynkowej nieruchomości c można potraktować jako sumę n natężeń pól cenności c_i wszystkich obiektywnych cech przedmiotowej nieruchomości zweryfikowanych przez rynek w momencie transakcji:

$$c = \sum_{i=1}^n c_i$$

W oparciu o informacje z monitoringu rynku nieruchomości można oszacować natężenia pól cenności rynkowej poszczególnych cech nieruchomości czyli wpływy poszczególnych jej ulepszeń na wartość początkową. Ilość wyróżnionych cech uwzględnionych w badaniach powinna być możliwie największa, a każda z nich jednoznacznie zdefiniowana.

Natężenie zaś pola cenności taksacyjnej c_T można potraktować jako sumę k natężeń pól cenności c_j urzędowo wyselekcjonowanych cech przedmiotowej nieruchomości:

$$c_T = \sum_{j=1}^k c_j$$

Urzędowa selekcja cech musi opierać się o dokumenty o charakterze urzędowym czyli ewidencję gruntów i budynków, mapę zasadniczą i plan zagospodarowania przestrzennego. Zbiór cech wyselekcjonowanych c_j musi w całości zawierać się w zbiorze cech oszacowanych c_i , a liczba cech nie powinna być duża, aby sam proces taksacji dało się sprawnie i efektywnie przeprowadzić. Cenność taksacyjną nieruchomości szacuje się w oparciu o cenności rynkowe wyselekcjonowanych urzędowo cech. Będzie więc ona mniejsza lub co najwyżej równa cenności rynkowej nieruchomości.

3.3.2. Procedura powszechnej taksacji

Technicznie, wobec nie w pełni zmodernizowanej ewidencji gruntów i budynków (szczególnie w drugim jej członie) oraz niedostatecznej jeszcze (z punktu widzenia taksacji) liczby sygnałów z rynku nieruchomości, powszechną taksację nieruchomości można przeprowadzić według następującej uproszczonej procedury:

- 1) podział obszaru na strefy taksacyjne,
- 2) ustalenie wartości taksacyjnej gruntów,
- 3) określenie powierzchni budynku z rozdziałem na wyróżnione funkcje i jego walory techniczne,
- 4) ustalenie wartości wyjściowej 1 m^2 budynku z rozdziałem na wyróżnione funkcje,
- 5) ustalenie wartości taksacyjnej budynku,
- 6) ustalenie wartości taksacyjnej budowli należących do nieruchomości,
- 7) ustalenie wartości taksacyjnej nieruchomości.

Ustalenie wartości taksacyjnej nieruchomości dotyczyć może tylko elementów wykazanych w rejestrach gruntów i budynków oraz katalogach budynków, zatem jako jednostki porównawcze przy ustaleniu wartości gruntów należy określić wartość 1 m^2 gruntu określonego rodzaju, a przy ustaleniu wartości budynków – wartość 1 m^2 powierzchni użytkowej budynku, lub wartość 1 m^3 kubatury budynku. Określenia wartości początkowej poszczególnych jednostek porównawczych oraz określenia ich pól cenności dokonać można łącznie w procesie tzw. „strefowania taksacyjnego”. Strefa taksacyjna jest to obszar o jednolitych walorach naturalnych, technicznych, społecznych, prawnych i ekonomicznych, objęty granicami prawnymi, w którym wartości jednostek porównawczych składników nieruchomości wykazują w przyjętym przedziale czasowym jednolity poziom, różny od obszarów sąsiednich. W procesie strefowania taksacyjnego ustala się dla każdej strefy indywidualnie średni poziom wartości taksacyjnej jednostki porównawczej nieruchomości. Obecny stan badań rynku nieruchomości pozwala na sporządzenie trzech rodzajów map stref:

- dla ustalenia wartości 1 m^2 gruntu w strefie – mapę stref taksacyjnych gruntów,
- dla ustalenia wartości 1 m^2 powierzchni użytkowej w budynkach mieszkalnych – mapę stref taksacyjnych budynków,
- dla ustalenia stawki czynszu podstawowego 1 m^2 powierzchni lokali użytkowych – mapę stref taksacyjnych czynszów.

Mapy stref taksacyjnych z ustalonym średnim poziomem wartości jednostek porównawczych nieruchomości stanowią podstawę dalszych prac taksacyjnych. Wartość taksacyjną nieruchomości gruntowej i gruntu nieruchomości zabudowanej ustala się według formuły:

$$W_{TG} = P \cdot W_{STG}$$

gdzie: W_{TG} – wartość taksacyjna nieruchomości gruntowej,

P – powierzchnia ewidencyjna nieruchomości,

W_{STG} – średnia wartość taksacyjna 1 m^2 gruntu w strefie.

Średnia wartość 1 m^2 gruntu w danej strefie zawiera już w sobie wpływ warunków technicznych i środowiskowych w danej strefie na wartość nieruchomości.

Wartość taksacyjna gruntu jest pierwszym składnikiem wartości taksacyjnej nieruchomości zabudowanej i obliczona jest według powyższej formuły dla każdej działki ewidencyjnej w obrębie. Grunty pod drogami, wodami, terenami zielonymi, nieużytkami oraz terenami różnymi taksowane są według tej samej formuły przy oczywiście innej wartości wyjściowej.

Określenie wartości taksacyjnej budynku wymaga uprzednio oszacowania wartości wyjściowej 1 m^2 powierzchni użytkowej tegoż budynku. Do oszacowania wartości wyjściowej budynku dla potrzeb taksacyjnych stosuje się trzy zasadnicze podejścia:

- podejście porównawcze,
- podejście dochodowe,
- podejście kosztowe.

Podejście porównawcze stosuje się do oszacowania wartości taksacyjnej budynków jedno- i dwurodzinnych, budynków wielorodzinnych spółdzielczych i komunalnych oraz lokali mieszkalnych stanowiących odrębną nieruchomość. Zastosowanie podejścia dochodowego odnosi się do oszacowania wartości taksacyjnej budynków i lokali handlowych, usługowych, składowych, biurowych oraz budynków mieszkalnych czynszowych. Dla pozostałych rodzajów budynków stosuje się podejście kosztowe.

W podejściu porównawczym chodzi o ustalenie średniej wartości wyjściowej 1 m^2 powierzchni użytkowej standardowego budynku mieszkalnego W'_{STB} . Za budynek standardowy można przyjąć budynek murowany, nowy, wyposażony w instalacje elektryczne i wodno-kanalizacyjne. Średnią wartość wyjściową 1 m^2 ustala się dla każdej strefy taksacyjnej (mapa stref taksacyjnych budynków) sprowadzając informacje rynkowe do założonego standardu. W przypadku braku sygnałów rynkowych można przyjąć jako wartość W'_{STB} dla najwyższej strefy taksacyjnej wskaźnik przeliczeniowy 1 m^2 powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego, ustalony dla celów obliczania premii gwarancyjnej od wkładów zgromadzonych na oszczędnościowych książeczkach mieszkaniowych za III kwartał roku poprzedzającego rok podatkowy zgodnie z art. 26 ust. 3 ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (Dz. U. nr 80, poz. 1125). Dla określenia wartości W'_{STB} w pozostałych strefach wprowadza się współczynniki korygujące proporcjonalne do np. cen gruntu w strefie.

Podejście dochodowe stosuje się do oszacowania wartości nieruchomości przez relację do dochodu, który nieruchomość przynosi jej właścicielowi. W odniesieniu do budynków i lokali handlowych, usługowych, składowych i biurowych oraz czynszowych budynków mieszkalnych realnym dochodem



właściciela jest czynsz. Wysokość czynszu zależy od charakteru prowadzonej działalności oraz możliwości swobodnego kształtowania stawek czynszowych przez właścicieli nieruchomości. W pierwszym etapie taksacji powszechnej można przyjąć w każdej strefie średnią stawkę czynszową podstawową (np. za 1 m² lokalu mieszkalnego) i stosować współczynniki zwiększające zależnie od rodzaju prowadzonej działalności: usługowej, handlowej, składowej, biurowej i innej:

$$C_z = C_p \cdot k_i$$

gdzie: C_z – czynsz należny,

C_p – czynsz podstawowy,

k_i – współczynnik zależny od rodzaju prowadzonej działalności.

Wysokość czynszu podstawowego oraz wielkości współczynników ustalają rzeczoznawcy. Średnia wartość wyjściowa 1 m² powierzchni użytkowej budynków czynszowych W''_{STB} liczona będzie według formuły:

$$W''_{STB} = \frac{C_z \cdot 100}{R}$$

gdzie: C_z – stawka czynszu należnego,

R – stopa kapitalizacji.

W przypadku rozwiniętego rynku takich nieruchomości można zastąpić czynsz zyskiem bez zmiany formuły liczenia.

Podejście kosztowe opiera się na koncepcji, że wartość nieruchomości jest równa wartości gruntu oraz kosztu odtworzenia obiektów budowlanych, pomniejszonego o stopień ich zużycia. Stosuje się je do oszacowania wartości taksacyjnej budynków przemysłowych, produkcyjnych, transportu i łączności, ochrony zdrowia i opieki społecznej, oświaty, nauki i kultury oraz obiektów sakralnych. Budynki te są rzadko przedmiotem transakcji rynkowych, a ich różnorodność jest tak duża, że oszacowanie wartości taksacyjnej możliwe jest tylko metodą kosztową każdego obiektu indywidualnie. Z uwagi na koszty takiej operacji stosuje się technikę wskaźnikową uproszczoną przez ustalenie ceny wskaźnikowej jednostki odniesienia na podstawie publikowanych notowań cen bieżących i analiz rynku lokalnego:

W'''_{STB} – dla obiektów powierzchniowych – wartość 1 m²,

V'''_{STB} – dla obiektów kubaturowych – wartość 1 m³.

Wartość taksacyjna budynku W_{TB} liczona jest według następujących formuł:

$$a) \quad W_{TB} = P_B \cdot W'_{STB} \cdot u_s$$

gdzie: P_B — powierzchnia użytkowa budynku mieszkalnego,
 W'_{STB} — średnia wartość wyjściowa 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego ustalona metodą porównawczą,
 u_s — średni współczynnik zużycia budynku.

$$b) \quad W_{TB} = P_B \cdot W''_{STB} \cdot u_s$$

gdzie: P_B — powierzchnia użytkowa budynku,
 W''_{STB} — średnia wartość wyjściowa 1 m² powierzchni użytkowej budynku lub lokalu ustalona metodą dochodową,
 u_s — średni współczynnik zużycia budynku.

$$c) \quad W_{TB} = Q_B \cdot V'''_{STB} \cdot u_s$$

lub

$$W_{TB} = P_B \cdot W'''_{STB} \cdot u_s$$

gdzie: Q_B — kubatura użytkowa budynku,
 V'''_{STB} — średnia wartość wyjściowa 1 m³ kubatury budynku ustalona metodą kosztową,
 P_B — powierzchnia użytkowa budynku,
 W'''_{STB} — średnia wartość wyjściowa 1 m² powierzchni budynku ustalona metodą kosztową,
 u_s — średni współczynnik zużycia budynku.

Średni współczynnik zużycia budynku określa się na podstawie metody czasowej przy założeniu średniej konserwacji według formuły Rossa.

$$u = 1 - \frac{t(t + T)}{2T^2}$$

gdzie: u — średni współczynnik zużycia budynku,
 t — dotychczasowy okres użytkowania budynku,
 T — całkowity okres użytkowania budynku.

Wartość taksacyjną budowli W_{TD} — należących do nieruchomości np. bocznic, rampy, rurociągi, drogi wewnętrzne, place manewrowe i składowe, zbiorniki itp. ustala się na poziomie ich księgowej wartości początkowej określonej według zasad przewidzianych w stosowanych przepisach dla celów amortyzacji, chociażby były one całkowicie zamortyzowane.

Wartość taksacyjną całej nieruchomości stanowi suma wartości taksacyjnej gruntu, budynków i budowli zgodnie z wzorem:

$$W_{TN} = W_{TG} + W_{TB} + W_{TD}$$

Dla uproszczenia określenia wartości taksacyjnej nieruchomości w procesie powszechnej taksacji nie uwzględnia się wartości ogrodzenia posesji oraz trwałych naniesień zielonych i innych na terenach zurbanizowanych. Wartość taksacyjną odnosi się do wartości działki ewidencyjnej, tzn. jeżeli nieruchomość składa się z kilku działek ewidencyjnych, każda działka osobno musi mieć oszacowaną wartość taksacyjną.

Opisana powyżej procedura taksacji powszechnej na terenach zurbanizowanych jest procedurą modelową. W technicznej realizacji w zależności od warunków lokalnych możliwe są odstępstwa od powyższego modelu zarówno w kierunku uproszczenia samej procedury w przypadku braku informacji rynkowych i nie odnowionej ewidencji gruntów i budynków, jak i w kierunku rozbudowy procedury przez modelowanie matematyczne informacji z rynku nieruchomości i automatyzację systemową samego procesu przyporządkowania poszczególnym nieruchomościom wartości taksacyjnej. Jednak w obu przypadkach podstawowym materiałem wyjściowym jest ewidencja gruntów i budynków oraz mapy stref taksacyjnych.

3.4. Mapy stref taksacyjnych*

3.4.1. Strefowanie taksacyjne

Z rozważań nad modelem powszechnej taksacji wynika rola i znaczenie map stref taksacyjnych w procesie taksacji. Przybliżymy więc procedurę ich tworzenia.

W taksometrii mapa stref taksacyjnych rozumiana jest jako przykład wygenerowania pola cenności. Polem cenności nazywa się przyporządkowanie punktowi (w określonej przestrzeni) cenności określonej klasy obiektów. Każdy obiekt posiadający wartość użytkową umieszczony w polu cenności ujawnia swoją wartość rynkową. Jest to analogia do masy ciała materialnego, które umieszczone w określonym polu grawitacyjnym (np. ziemskim) ujawnia swój ciężar.

*W rozdziale tym wykorzystano materiały z projektu badawczego „Grant”, nr 9 S605 022 06 finansowego przez Komitet Badań Naukowych.

Pole cenności jest polem skalarnym subtelnym, tzn. związanym z aktywnością człowieka lub grupy ludzi. Oczywiście jest, że dla każdej klasy obiektów na tym samym obszarze pole cenności będzie inne oraz, że dla tej samej klasy obiektów w tym samym obszarze natężenie pola cenności może przybierać różne wartości.

W powszechnej taksacji nieruchomości technicznie niewykonalnym jest określenie pola rzeczywistej cenności wszystkich nieruchomości stanowiących przedmiot taksacji. Zachodzi więc konieczność:

- podziału nieruchomości na grupy rodzajowe w miarę jednorodne użytkowo,
- określenia pól cenności taksacyjnej odrębnie dla każdego rodzaju nieruchomości,
- podziału tych pól cenności na obszary o w miarę jednorodnym natężeniu.

Podział taki nosi nazwę strefowania taksacyjnego. Wyjściowym materiałem źródłowym do strefowania taksacyjnego jest mapa ewidencji gruntów i budynków (patrz rozdz. 2.10). Oznaczone są na niej sposoby użytkowania każdej działki gruntowej. Tym samym dokonany już został podział nieruchomości na grupy rodzajowe ze względu na użytkowanie i zgodnie z prawem geodezyjnym i kartograficznym stanowi on podstawę powszechnej taksacji.

Drugim pod względem ważności materiałem źródłowym jest obowiązujący plan zagospodarowania przestrzennego (patrz. rozdz. 2.1) danego obszaru stanowiący uzgodnioną wolę społeczności lokalnej oraz administracji rządowej i samorządowej wyrażoną w postaci prawa miejscowego odnośnie do sposobu przyszłego zagospodarowania danej przestrzeni. W oparciu o plan miejscowy zarysowane obszary należy skorygować w tych miejscach, w których plan zakłada zmianę dotychczasowego sposobu użytkowania terenu. Również w oparciu o plan miejscowy następuje podział dużych obszarów na mniejsze np. obszar budownictwa mieszkaniowego dzieli się na obszary: budownictwa wielorodzinnego wysokiego, budownictwa wielorodzinnego niskiego, budownictwa jednorodzinnego o dużej intensywności (budownictwo szeregowe) i budownictwa jednorodzinnego o małej intensywności (budownictwo wolnostojące).

Następnym materiałem źródłowym do strefowania taksacyjnego są mapy technicznego uzbrojenia terenu. Z map tych przenosi się na mapę stref zasięgi funkcjonowania poszczególnych urządzeń technicznych jak: wodociąg, kanalizacja, gaz, centralne ogrzewanie, droga utwardzona itp. Nałożone najpierw na siebie mapy poszczególnych urządzeń utworzą rejony o pełnym uzbrojeniu oraz rejony o zróżnicowanym uzbrojeniu niepełnym jak również obszary zupełnie nieuzbrojone. Powstaje w ten sposób mapa technicznego uzbrojenia terenów. Mapa ta nałożona na mapę obszarów jednakowego użytkowania da w efekcie mapę podziału na rejony ze względu na sposób użytkowania oraz stopień uzbrojenia technicznego gruntów.

Następnym materiałem źródłowym powinny być mapy warunków fizjograficznych i mapy sozologiczne, na podstawie których opracowuje się mapę walo-ryzacji przyrodniczej terenów dla potrzeb powszechnej taksacji. Mapa ta nałożona na mapę rejonów utworzy mapę obszarów wydzielonych jako podkład do mapy stref taksacyjnych.

Proces strefowania opisany wyżej jest przedsięwzięciem żmudnym, trudnym i odpowiedzialnym i jak w przypadku opracowania każdej mapy tematycznej (a taką jest mapa stref taksacyjnych) interdyscyplinarnym. Pożądane jest by proces strefowania był również uspołeczniiony poprzez np. akceptację mapy stref przez radę gminy. Do pełnej realizacji w formie kartograficznej strefowania taksacyjnego konieczna jest jeszcze warstwa ekonomiczna czyli określenie natężenia cenności nieruchomości na danym obszarze. Warstwę tę zbudować można na podstawie analizy informacji o wartościach nieruchomości pozyskanych na drodze monitoringu rynku.

3.4.2. Monitoring rynku nieruchomości

Pod pojęciem monitoringu rynku nieruchomości rozumie się ciągle i systemowe pozyskiwanie, gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie informacji o cenach nieruchomości oraz determinantach mierzalnych i opisowych ich wartości rynkowych na lokalnych rynkach nieruchomości. Tak rozumiany system w postaci ciągle rozbudowywanej i uaktualnianej bazy danych jest podstawowym materiałem źródłowym do opisanie lokalnego rynku nieruchomości, a w konsekwencji do określenia cenności dla potrzeb powszechnej taksacji.

Sygnały o wartości gruntu pozyskać można różnymi kanałami.

Pierwszy kanał to informacje o ofertach sprzedaży nieruchomości publikowane przez biura obrotu nieruchomościami. Kwoty ofertowe są z reguły zawyżane, ustalane przez właścicieli w oparciu o oczekiwania.

Kanał drugi to akty notarialne transakcji kupna – sprzedaży nieruchomości. Kwoty zapisane w aktach są z reguły niższe od cen ofertowych na nieruchomości. Obserwuje się również zaniżanie kwot transakcyjnych w stosunku do kwot faktycznie realizowanych.

Kanał trzeci to stawki ustalane przez Zarząd Gminy na obrót nieruchomościami stanowiącymi własność gminy. Stawki te wynikają z wyrywkowych szacunków dokonywanych przez rzeczoznawców oraz ze średnich cen uzyskiwanych w drodze przetargów, a ustalane są na poziomie zapewniającym możliwie największe korzyści gminie.

Czwarty kanał to raporty z wycen dokonywanych na konkretnych obiektach przez rzeczoznawców wyceny nieruchomości.

Zakładając istnienie rozwiniętego rynku nieruchomości i systemowego monitoringu ich wartości wystarczy skoncentrowanie uwagi na kanale drugim. Wartości nieruchomości zapisane w aktach notarialnych odzwierciedlają wówczas rzeczywisty poziom cenności.

Przy mało rozwiniętym rynku nieruchomości do analiz i opracowania mapy stref taksacyjnych gruntów zasadne jest wykorzystywanie sygnałów płynących ze wszystkich tych kanałów. Niezbędne jest w takim przypadku odpowiednie korygowanie poszczególnych rodzajów informacji. Wartości współczynników korygujących odpowiadać winny specyficznym uwarunkowaniom lokalnych rynków nieruchomości.

Dane o wartości nieruchomości pozyskane ze wszystkich kanałów monitoringu charakteryzują się ponadto różnym stopniem szczegółowości. I tak w ofertach sprzedaży nieruchomości podawany jest przybliżony adres oraz oferowana do negocjacji cena łączna nieruchomości tj. gruntu, budynków i naniesień. W aktach notarialnych ujawniony jest dokładny adres nieruchomości i zazwyczaj łączna cena transakcyjna całej nieruchomości. Stawki gminne są to urzędowo ustalone średnie wartości gruntu w rejonach cenności ustalonych przez władze gminy. Jedynie raporty rzeczoznawców z wyceny nieruchomości podają jej szczegółową lokalizację oraz wartości poszczególnych elementów składowych wraz z techniką ustalenia ich wielkości a więc te wszystkie dane, które są niezbędne do budowy modelu matematycznego cenności taksacyjnych poszczególnych części składowych nieruchomości. Oznacza to, iż dane z monitoringu (poza kanałem czwartym) winny podlegać weryfikacji na podstawie wizji lokalnej (w terenie) i wiarygodnych dokumentów. W trakcie weryfikacji należy ustalić wartości każdego z elementów składowych analizowanej nieruchomości, sprawdzić ich cechy mierzalne oraz określić warunki wynikające z położenia nieruchomości, jej przeznaczenia w planie zagospodarowania przestrzennego, a także stan obiektów budowlanych oraz ewentualne obciążenia prawne i finansowe nieruchomości mające wpływ na jej wartość rynkową. Dane te wpisuje się do odpowiedniej dla rodzaju nieruchomości karty informacyjnej. Zbiory kart informacyjnych dla poszczególnych rodzajów nieruchomości stanowią materiał wyjściowy dla określenia pola cenności tych nieruchomości.

Sposób określenia natężenia cenności taksacyjnej opisany jest w rozdziale 3.3.1. Natężenia pola cenności liczy się dla każdej nieruchomości, której wartość została określona a informacja pochodzi z monitoringu rynku nieruchomości.

Obliczone następnie natężenia pola cenności wnosi się na mapę i stosując znane metody interpolacji wykreślić można linie jednakowych natężeń pola cenności. Jest rzeczą oczywistą, iż dla tej operacji dysponować trzeba dostatecznie gęstą siecią punktów dla których cenność określona została na podstawie wiarygodnych informacji. Na tak opracowanej mapie cenności, jeśli liczba

sygnałów jest duża, wyznacza się obszary o jednakowym, w przyjętym przedziale natężeniu pola cenności. Zazwyczaj przyjmuje się za jednakowe natężenia w przedziale, w którym różnice nie przekraczają odchylenia $\pm 30\%$ od wartości średniej.

3.4.3. Opracowanie mapy stref taksacyjnych

Zgodnie z przyjętą definicją mapa stref taksacyjnych (patrz. rozdz. 3.3.2) powstaje poprzez nałożenie na mapę obszarów wydzielonych mapy obszarów o jednakowym natężeniu pola cenności i wykreślenie granic stref taksacyjnych. Pamiętamy, że granice stref taksacyjnych prowadzić należy wzdłuż granic działek ewidencyjnych. Jeżeli kilka obszarów wydzielonych mieści się w granicach jednego obszaru cenności włączamy je do jednej strefy taksacyjnej. Taki przypadek wskazuje na mały wpływ na wartość danego rodzaju tych względów, które spowodowały podział na obszary wydzielone. W przypadku zaś, gdy obszar wydzielony przedzielany jest linią granicy obszaru jednakowej cenności włączamy go w całości do tej strefy taksacyjnej, która obejmuje większą jego część. Z tego wynika, że generalnie większą wagę przyznaje się wynikom monitoringu rynku nieruchomości niż strefowaniu walorów technicznych, przyrodniczych i społecznych, oczywiście w przypadku istnienia dostatecznie dużej liczby wiarygodnych informacji rynkowych.

Tak skonstruowana mapa stref taksacyjnych z ustalonym, średnim natężeniem pola cenności jednostek porównawczych nieruchomości stanowi podstawę dalszych prac taksacyjnych. W procesie powszechnej taksacji nieruchomości dla celów podatkowych mapa stref taksacyjnych pełni dwojaką rolę:

- podstawowego źródła informacji o wartości taksacyjnej nieruchomości,
- narzędzia pracy taksatora i poborcy podatkowego.

Poza obszarem powszechnej taksacji nieruchomości mapa stref taksacyjnych może mieć dalsze, szerokie zastosowanie. Do najważniejszych zaliczyć można rolę stymulatora rynku nieruchomości. Upowszechnienie mapy stref taksacyjnych ugruntuje w świadomości społeczności lokalnej warunki transferu władania nieruchomością, ustabilizuje poziom cen, urealni deklarowane w aktach notarialnych wartości transakcyjne, ułatwi procedurę uzyskania kredytu hipotecznego.

Istotną rolę odgrywać może mapa stref taksacyjnych w gospodarce gruntami Skarbu Państwa i mieniem komunalnym, szczególnie w obszarze ustalania wysokości opłat za użytkowanie wieczyste oraz dzierżawy gruntów nabyte jeszcze w trakcie bezprzetargowym. Jako materiał źródłowy służyć będzie do oszacowania wartości gruntów Skarbu Państwa i gminnych przeznaczonych do

zbycia, a także przy planowaniu tworzenia gminnych zasobów gruntowych i ich racjonalnym gospodarowaniem. Niebagatelną rolę odgrywać będzie mapa stref taksacyjnych w planowaniu zagospodarowania przestrzennego. Nowe uregulowania prawne w tym zakresie szeroko wykorzystują mechanizmy rynkowe. Szczegółowa informacja o cenności gruntów pozwoli na ekonomiczne urealnienia procesu budowy planów zagospodarowania przestrzennego, wybór optymalnych rozwiązań planistycznych a także obliczyć i zbilansować koszty realizacji przedsięwzięć urbanistycznych związanych ze zmianą funkcji gruntów w kolejnych wersjach planu.

W chwili obecnej (rok 1994) monitoring rynku nieruchomości w Polsce jest dopiero w stadium początkowym, a sam rynek nie jest jeszcze rynkiem rozwiniętym i w pełni wolnym, nie można więc ściśle zastosować wyżej opisanej procedury tworzenia mapy stref taksacyjnych. Stosuje się procedury uproszczone lub tworzone są mapy zastępcze, które w przyszłości po uzupełnieniu będą w pełni wartościową mapą stref taksacyjnych. W procedurze uproszczonej przeprowadza się strefowanie taksacyjne w sposób opisany w rozdz. 3.4.1 wydzielając odpowiednie obszary, zaś ich cenność określa się na podstawie dostępnych sygnałów rynkowych. Dotyczy to obszarów wydzielonych, w których takie sygnały zanotowano.

W obszarach, dla których sygnałów rynkowych brak, cenność określić można bądź przez analogię do obszarów sąsiednich z uwzględnieniem istniejących różnic, bądź na podstawie szacunków szczegółowych prowadzonych przez rzeczoznawców na losowo wybranych nieruchomościach. W ten sposób powstaje mapa stref taksacyjnych o uproszczonym obrazie pola cenności. Pole to uzyska obraz pełniejszy w miarę rozwoju monitoringu rynku nieruchomości.

Wśród map zastępczych obserwuje się dwa ich typy. Pierwszy to mapy cenności nieruchomości w obrębach ewidencyjnych, drugi to mapy stref wysokości opłat za użytkowanie wieczyste gruntów Skarbu Państwa lub gminy. Mapa cenności nieruchomości w obrębach ewidencyjnych powstaje na drodze notowań sygnałów rynkowych na mapie obrębów. Uśrednione w obrębach wartości nieruchomości charakteryzują poziom wartości w określonym przedziale czasowym.

Wartości średnie podzielone przez wartość średnią z obrębu, w którym poziom średni jest najniższy dla całej jednostki ewidencyjnej (odpowiednik wartości użytkowej w formule taksacyjnej), dają w rezultacie średnie natężenie pola w poszczególnych obrębach całej jednostki ewidencyjnej. Relacje cenności tak wyznaczonych charakteryzują się dość dużą stabilnością w okresie dwóch – trzech lat. W miarę wzrostu liczby sygnałów rynkowych ujawniają się jednak znaczne różnice w poziomie cen nieruchomości w tych samych obrębach, a także zmieniają się, niekiedy dość znacznie, relacje między cennościami

poszczególnych obrębów. Dojście do mapy stref taksacyjnych jest możliwe w tym przypadku poprzez podział obrębów na obszary mniejsze o zbliżonym natężeniu pola cenności i łączenia obszarów o podobnym natężeniu z innych obrębów.

Mapa stref i kategorii terenu dla ustalenia cen gruntów stanowiących własność gminy lub Skarbu Państwa jest dokumentem każdorazowo uchwalanym przez radę gminy. Zawiera ona granice stref oraz obowiązujące w tych strefach ceny jednostek porównawczych nieruchomości – najczęściej ceny 1 m² gruntu niezabudowanego i nieuzbrojonego. Te ceny „urzędowe” stanowią jedynie podstawę do naliczania opłat za użytkowanie wieczyste gruntów gminy lub Skarbu Państwa. Ceny te mogą ulegać zmianom nie częściej jednak niż raz w roku. Przepis ten powoduje, że praktycznie co roku doskonała jest taka mapa, gdyż o swój interes dbają zarówno płatnicy – użytkownicy wieczystości jak i zarząd gminy, dla którego opłaty te stanowią liczącą się pozycję w budżecie.

Doskonalenie mapy przebiega dwutorowo – poprzez korektę przebiegu granic stref oraz poprzez urealnienie wysokości cen w poszczególnych strefach w oparciu o sygnały rynkowe. Dzięki ciągłemu doskonaleniu mapa ta może po kilku latach przerodzić się w mapę stref taksacyjnych pod warunkiem zmiany formuły ustalania cen gruntów. W dotychczasowej praktyce jest to cena gruntu niezabudowanego i nieuzbrojonego w danej strefie obliczana w oparciu o zastosowanie współczynników ze względu na uzbrojenie terenu, których wysokości ustalane są na ogół arbitralnie a nie w oparciu o preferencje rynkowe.

W miastach o dużym udziale gruntów gminnych lub Skarbu Państwa ceny „urzędowe” gruntów w użytkowaniu wieczystym wpływają w znaczący sposób na poziom cen gruntów pozostałych. Ten fakt musi być uwzględniony przy analizie i weryfikacji sygnałów z rynku nieruchomości wykorzystywanych do określenia pola cenności.

Przekaz powyższy jest prezentacją poglądów na problematykę powszechnej taksacji nieruchomości oraz stanu badań niektórych zagadnień z nią związanych w czasie poprzedzającym regulacje prawne w tym zakresie.

LITERATURA

- [1] Adamczewski Z.: Wstęp do teorii taksacji. Przegląd Geodezyjny 3/93, Warszawa 1993.
- [2] Adamczewski Z.: Model taksometryczny gruntów Skarbu Państwa w Warszawie. Przegląd Geodezyjny 1/94, Warszawa 1994.
- [3] Brzeski i inni: Taksacja powszechna i podatek od wartości nieruchomości. Krakowski Instytut Nieruchomości. Kraków 1993.

- [4] **Brzeski W.J.:** Strategie wdrażania w Polsce systemu taksacji i podatku od wartości nieruchomości. Materiały II Krajowej Konferencji Rzeczoznawców Majątkowych. Gdańsk 1993.
- [5] **Czaja J., Marczevska B., Świętniowska D., Żak M.:** System powszechnej taksacji (wyceny) nieruchomości dla celów podatkowych. Przegląd Geodezyjny Nr 11, Warszawa 1992.
- [6] **Czochański M., Kowalski G., Przewłocki S.:** Propozycja założeń modelu powszechnej taksacji nieruchomości dla celów podatkowych Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. (451). Geodaesia et Ruris Regulatio, No 24, Olsztyn 1993.
- [7] **Czochański M., Kośka T., Kowalski G., Przewłocki S.:** Tworzenie i prowadzenie mapy stref taksacyjnych gruntów Materiały Konferencji nt. „Automatyzacja procesu pozyskiwania danych i tworzenie mapy numerycznej” Olsztyn – Kikity 1994.
- [8] **Guzek M.:** Ekonomia przejścia od kolektywizmu do systemu przyszłości. Instytut Konjunktur i Cen Handlu Zagranicznego. Warszawa 1991.
- [9] **Hopfer A.:** Wycena nieruchomości. Wydawnictwo ART Olsztyn 1991.
- [10] **Hopfer A., Jędrzejewski H., Żróbek R., Żróbek S.:** Wycena nieruchomości i przedsiębiorstw, tom I Szacowanie Nieruchomości, Twigger, Warszawa 1993.
- [11] **Kłopociński W., Potaznik W., Wilkowski W.:** Szacowanie gruntów i budynków i lokali. SGP Warszawa 1993.
- [12] **Kucharska-Stasiak E.:** Ekonomiczne podstawy wyceny Nieruchomości 4 (8). Katowice 1993.



75566/s





