

Procesul eroziunii accelerate trebuie urmărit cu cea mai mare atenție și stăvilit până la reducerea acestuia la valori normale. Este important de știut că eroziunea accelerată mai produce, pe lângă distrugerea solului fertil, prin transport și sedimentare, și colmatarea albiilor râurilor, ale lacurilor naturale sau artificiale. Colmatarea are drept consecință scăderea capacității de transport a râurilor, reducerea volumelor utile ale lacurilor și compromiterea construcțiilor de captare de pe acestea.

După modul în care este erodat solul, deosebim:

- *eroziune de suprafață (plană)* care se manifestă pe porțiunile plane ale versanților și în consecință scurgerile sunt disperse;
- *eroziune de adâncime (torențială)*, care se produce cu precădere pe direcțiile de concentrare în șiroaie sau șuvoaie ale apelor de scurgere superficială.

Direcțiile principale după care se desfășoară procesele erozive determină formarea unui bazin hidrografic, asemănător celui unui curs natural de apă, dar cu suprafață mult mai mică și funcționare (scurgere) intermediară. Un astfel de "bazin hidrografic" poartă numele de *torent*. Perioadele de funcționare ale unui torent sunt cele cu precipitații abundente, de topire rapidă a zăpezilor, când creșterile bruște (violente) ale debitelor lichide determină producerea unor intense fenomene de eroziune, transport mare de aluviuni (debit solid) și sedimente. Torentul, rezultatul eroziunii de adâncime, este alcătuit din (vezi fig.6.37):

- rigole de șiroire, cu adâncime de eroziune sub 0,5 m (1);
- ogașe, dacă adâncimea de eroziune este cuprinsă între (0,5 ... 2,0) m (1);
- ravene, când adâncimea de eroziune depășește 2 m (2);

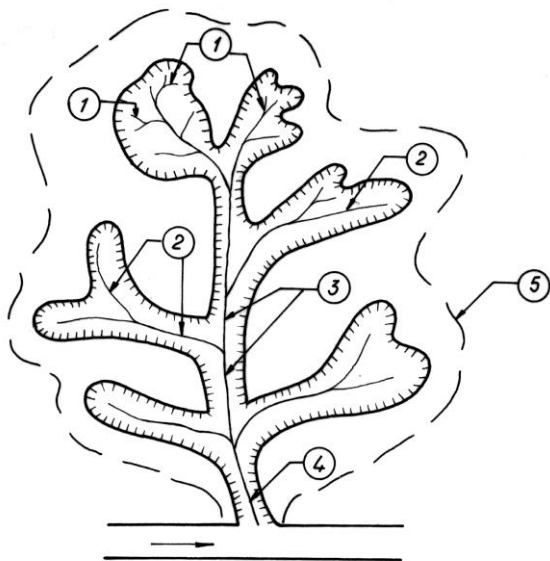


Fig.6.37. Părțile componente ale unui torent

- 1- rigole, ogașe; 1- ravene; 3- torent (curs principal); 4- canal de evacuare;
5- limita bazinului de recepție

Tot de degradarea terenurilor aparțin și fenomenele de *ahunecări* ale masivelor de pământ, fenomene studiate aprofundat în cadrul disciplinei de geotehnică. Având în vedere faptul că între procesele de eroziune a solului și cea torențială există o strânsă legătură, C.E.S. are două direcții principale de acțiune înrudite între ele, dar fiecare cu specific propriu, și anume:

- *corectarea torenților*, ca acțiune de combatere a proceselor torențiale și a consecințelor acestora;
- *ameliorarea terenurilor erodate*, ca acțiune de combatere a eroziunii, de refacere și ridicare a fertilității terenurilor erodate.

Desfășurarea procesului de eroziune este influențat de o serie de factori care acționează fie în sensul intensificării, fie al reducerii acestuia. Cei mai importanți dintre acești factori sunt:

- *temperatura*, care prin variațiile ei participă la procesul eroziv determinând fenomenul de degradare fizică; ridicarea temperaturii conduce la scăderea conținutului de apă din sol, fapt care cauzează distrugerea structurii acestuia și, în consecință, mai ușor de antrenat și deplasat de agenții atmosferici (în special vântul); scăderea temperaturii până la înghețarea solului reduce substanțial pericolul eroziunii;
- *precipitațiile*, participă la procesul eroziv prin forța de impact a picăturilor de apă ce cad pe suprafața solului, provocând dezagregarea fizică a particulelor ce-l compun; procesul eroziv se desfășoară în continuare prin transportul particulelor de sol dezagregate de către apele de șiroire provenite din precipitații sau a celor provenite din topirea rapidă a zăpezilor (hidrotransport), transport gravitațional asigurat de pantele versanților;
- *relieful*, influențează intensitatea erozivă prin pantele versanților, care cu cât sunt mai mari, cu atât eroziunile sunt mai puternice (eroziuni determinate de apele de șiroire sau vânturi puternice);
- *vegetația*, este un element moderator și protector față de fenomenul de eroziune; acesta prin efectul de atenuare a impactului picăturilor de ploaie de către frunzele plantelor și arborilor și mărirea rugozității în calea scurgerilor superficiale ale apelor de șiroire (se reduc astfel debitele unitare ale acestor scurgeri, deci și cele ale materialului solid erodat și transportat); deci cu cât acoperirea versanților cu vegetație este mai bună, cu atât solul este mai bine protejat de efectul distructiv al eroziunii;
- *solul* însuși influențează efectul cantitativ al eroziunii prin textura sa; în acest context, solurile necoezive (nisipoase sau prăfoase) sunt mult mai ușor erodabile, atât de precipitații cât și de vânt, față de cele coezive (argiloase);
- *omul*, din păcate cel mai adesea în existența sa, a fost un factor accelerator al eroziunii de orice fel, prin desțeleniri și defrișări masive, pentru mărirea suprafețelor cultivabile, sau a satisfacerii necesităților cu material lemnos pentru construcții sau încălzire; culturile agricole, în special cele prășitoare și pomii fructiferi oferă un grad de protecție scăzut în fața eroziunii; nerefacerea fondului forestier imediat după tăierile masive, poate conduce la eroziuni cu efecte dezastruoase, în scurt interval de timp.

În vederea aplicării măsurilor de prevenire și oprire a efectelor eroziunii solurilor, trebuie cunoscute în primul rând tipurile de eroziuni, suprafețele pe care acestea se manifestă, precum și profunzimea fenomenului. Toate acestea se stabilesc prin operațiunea de cartare a solurilor erodate. Apoi, funcție de precizările cartării se pot stabili cele mai potrivite măsuri și construcții pentru prevenirea și oprirea eroziunii solului.

Operațiunea de cartare a eroziunii solului are drept scop precizarea profunzimii și formele de manifestare ale eroziunii, identificarea și marcarea lor pe hărți sau planuri (la scări cuprinse între 1:1000 ... 1:200.000, funcție de mărimea suprafețelor luate în studiu). În acest context, sunt stabilite cinci grade de eroziune, și anume:

- eroziune slabă (gradul 1);
- eroziune moderată (gradul 2);
- eroziune puternică (gradul 3);
- eroziune foarte puternică (gradul 4);
- eroziune excesivă (gradul 5).

Încadrarea într-un anumit tip de eroziune se face funcție de tipul de sol și adâncimea pe care acesta a fost atacat de eroziune. Pe planuri, gradele și formele de eroziune sunt marcate cu simboluri. Spre exemplu, eroziunea eoliană se notează cu S1, S2,... S5, iar cea provocată de ape cu I, II,..., V, corespunzător celor cinci grade de eroziune. Formele de eroziune în adâncime se codifică asemănător, prin cifre sau grupuri cifră - literă.

6.3.2. Măsuri pentru prevenirea eroziunii și ameliorarea solurilor erodate

Complexul măsurilor destinate prevenirii eroziunii se constituie, rezumativ, cu ceea ce denumim în mod curent sistematizarea hidrografică a bazinelor torențiale. Principalele *obiective* ale acestei sistematizări, sunt:

1. regularizarea regimului hidrografic al scurgerilor pe versanții bazinului torențial;
2. apărarea obiectivelor periclitate de viituri;
3. refacerea și ridicarea productivității (ameliorarea) terenurilor afectate de procesele erozionale.

Aceste obiective se realizează printr-un complex de măsuri și lucrări care să conducă la reducerea volumului apelor de scurgere pe suprafața terenului, a reducerii pe cât posibil a concentrării și vitezelor de curgere a șuvoaielor pe versanți, atenuarea debitelor maxime de viitură.

Măsurile destinate prevenirii eroziunii solului cuprind:

- organizarea antierozională a teritoriului;
- organizarea interioară a folosiștelor;
- lucrări agrotehnice antierozionale;
- lucrări silvice de protecție.

Prin *organizarea antierozională* a teritoriului, ca primă măsură de prevenire a eroziunii solului, se stabilesc categoriile de folosișță ale terenurilor supuse eroziunii, în sensul alegerii culturilor agricole care să ofere un grad cât mai ridicat de protecție

hidrologică și care să permită aplicarea lucrărilor de regularizare a scurgerilor pe versanți, în concordanță cu tradiția locală și satisfacerea rentabilității economice. Legat de gradul de protecție hidrologică oferit de culturi se pot face următoarele delimitări:

- a) culturi ce oferă un *grad redus* de protecție (cartoful, floarea soarelui, porumbul); se pot aplica pe terenuri cu panta generală mai mică decât 5 %;
- b) culturi ce oferă un *grad mediu* de protecție (leguminoase anuale); se aplică pe terenuri cu panta generală mai mică de 15 %;
- c) culturi ce oferă un *grad ridicat* de protecție (cereale, lucernă, trifoi, leguminoase perene); se pot aplica pe terenuri cu panta medie de până la 25%;
- d) culturi care permit utilizarea construcțiilor antierozionale (vița de vie și pomii fructiferi); se utilizează pe terenuri cu panta generală mai mare de 25 %.

Organizarea interioară a folosiștelor constă în împărțirea suprafeței terenului afectat de eroziune în unități teritoriale de lucru și amplasarea drumurilor de exploatare pentru asigurarea condițiilor optime de exploatare și gospodărire, toate în concordanță cu natura folosiștelor și cu specificul lucrărilor de regularizare a scurgerilor pe versanți.

Unitățile de lucru prin formă, suprafață și organizare diferă, funcție de folosișță, după cum urmează:

- a) pentru *culturile de câmp*, unitatea de lucru este tarlăua, de formă dreptunghiulară sau trapezoidală, cu suprafața cuprinsă între (1...30) ha, funcție de panta și gradul de neuniformitate a terenului; tarlăua se trasează cu latura lungă orientată după curbele de nivel, astfel încât lucrările agricole (în special aratul) să se execute în lungul curbelor de nivel și nu perpendicular pe acestea; lungimea tarlălei poate ajunge până la 800 m, iar lățimea între (150...400 m);
- b) pentru *plantațiile viticole* organizarea interioară se face în mai multe suprafețe depărtate între ele, denumite trupuri, fiecare trup fiind împărțit în tarlale și fiecare tarla în (3...6) parcele; tarlalele sunt delimitate de drumuri de exploatare și zone de întoarcere, iar parcelele prin poteci înierbate de 2 m lățime; dimensiunile parcelelor sunt de până la 200 m lungime și cu lățimi între (80 ... 100) m;
- c) pentru *plantațiile pomicole* obișnuite și semiintensive, unitatea de lucru este tarlăua, cu lungimea de până la 600 m și lățimea între (150 ÷ 250 m), iar la plantațiile intensive (pe spalier) împărțirea este identică cu cea de la vița de vie;
- d) pentru *pășuni*, unitatea de lucru este parcela, cu lungimea orientată după curbele de nivel; dimensiunile acesteia depind de numărul și specia de animale, deci de cantitatea zilnică de furaje necesare grupei de animale, de masa verde obținută la hectar etc.

Rețeaua de drumuri de exploatare trasate de asemenea paralel cu curbele de nivel, se proiectează astfel încât să asigure circulația între bazinul de recepție și centrele gospodărești ale unităților interesate. Lățimea acestor drumuri este cuprinsă între (4...7) m, în funcție de volumul transporturilor necesare. Traseul lor se alege cât mai rectiliniu și numai pe marginea unităților teritoriale, pe terenuri sănătoase și fără forme de eroziune în adâncime. Legătura între drumurile trasate în lungul curbelor de nivel se face prin porțiuni de drum în serpentine sau în diagonală (cu pantă de maximum 10 %).

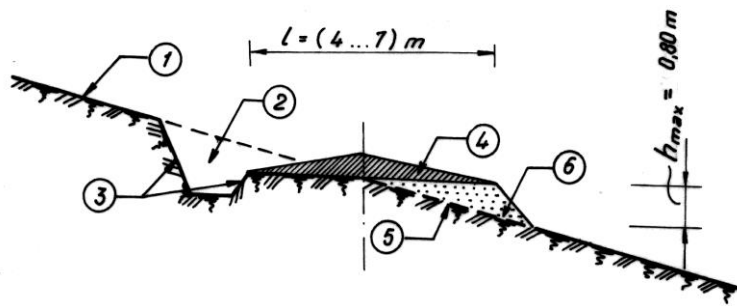


Fig.6.38. Secțiune transversală printr-un drum de exploatare
1- panta terenului; 2- rigole de colectare (debleu); 3- taluzuri rigole
($m = 1$ sau $m = 1,5$); 4- suprastructură drum; 5- platformă drum;
6- infrastructură drum (rambleu)

Lucrările agrotehnice antierozionale, cuprind:

1. lucrări de mobilizare a solului, în vederea îmbunătățirii caracteristicilor pedologice ale acestuia (porozitatea p , conductivitatea hidraulică, k);
2. lucrări de sporire a fertilității solului;
3. aplicarea diferitelor sisteme de culturi.

Toate aceste lucrări trebuie să conducă la scăderea procesului de eroziune accelerată, la conservarea și ridicarea fertilității solului, fără a modifica sensibil echilibrul ecologic existent anterior aplicării acestor lucrări.

Prin *lucrările de mobilizare* a solului se urmărește mărirea capacității de retenție a acestuia, reducerea la maxim a deplasării solului spre vale și realizarea unui orizont arabil cât mai profund. Aceste efecte se obțin prin următoarele tipuri de lucrări:

- arături, desfundări, subsolaje, rărișat, trasări de brazde etc.;
- crearea de obstacole în calea apelor de șiroaie erozive, cum sunt brazdele, biloanele sau rigolele.

Lucrările de *sporire a fertilității* solului constau în aplicarea de îngrășăminte și amendamente pe solurile erodate și care au rezultate rapide și de durată. Îngrășămintele pot fi: gunoiul de grajd, azotatul de amoniu, superfosfatul, sarea potasică etc. Cel mai eficient amendament este însă carbonatul de calciu (calcarul), aplicat o dată la trei ani, cu o normă de $(2500 \div 3000)$ kg/ha.

Sistemele de cultură, sunt culturi aplicate pe fâșii sau culturi în benzi înierbate, dezvoltate după curbele de nivel. Fâșiile pot avea lățimi de:

- $l = (20 \div 30)$ m, pentru pante ale terenului mai mari de 15 %;
- $l = (30 \div 60)$ m, pentru pante $i_T = (10 \div 15)$ %;
- $l = (60 \div 150)$ m, pentru pante $i_T = (4 \div 10)$ %.

Culturile în benzi înierbate cu lățimi $l = (5 \div 10)$ m constau din fâșii cultivate (culturi de câmp) alternate cu benzi înierbate (lucernă, trifoi, sparțetă).

Lucrările silvice, după cum este bine cunoscut, au un efect deosebit de favorabil în fixarea și formarea solului pe versanți. Ele constau în împăduriri masive sau perdele forestiere.

Soluția tehnică de *împădurire masivă* constă în precizarea:

- speciilor forestiere optime;
- formulelor de împădurire (proporția în care participă diversele specii);
- schemelor de împădurire (se referă la distribuția în spațiu a speciilor și numărul exemplarelor la unitatea de suprafață pentru fiecare formulă de împădurire);
- metodelor și procedeele de împădurire.

Perdelele forestiere antierozionale se recomandă versanților lungi, cu pantă mai mare de 5%. Distanța între perdele variază între $(50 \div 300)$ m, fiind cu atât mai mare cu cât panta este mai mică. Lățimea lor este de $(20 \div 25)$ m. La alegerea speciilor și amplasarea perdelelor se ține seama de condițiile staționale, de proprietățile hidrologice ale speciilor, de planul de organizare a folosințelor agricole etc.

6.3.3. Lucrări hidrotehnice și construcții pentru regularizarea scurgerii și opririi eroziunii pe versanți

Lucrările antierozionale și de regularizarea scurgerii pe versanți sunt lucrări de ameliorare radicală și cu efecte de durată, dar așa cum am mai menționat, sunt complementare celor agrotehnice și silvice. Se aplică în scopul:

- reținerii și regularizării scurgerii apelor provenite din precipitații de pe terenurile în pantă, cu ajutorul valurilor de pământ, șanțurilor cu val sau ale teraselor;
- reducerii și regularizării scurgerii apelor provenite din precipitații de pe terenurile în pantă, cu ajutorul valurilor de pământ, șanțurilor cu val sau ale teraselor;
- reducerii pantei versanților utilizați pentru culturile agricole, cu ajutorul teraselor și lucrărilor de nivelare (pe terenuri cu panta mai mică de 10 %);
- colectării și evacuării surplusului de apă de pe versanți (rezultat din precipitații anuale mai mari de 600 mm) cu ajutorul valurilor de pământ, canalelor de interceptie și al teraselor, toate trasate cu pantă longitudinală către debușee, care la rândul lor conduc apele în exces colectate, către rețeaua hidrografică naturală;
- opririi procesului de eroziune pe formațiunile de adâncime (ravene), prin lucrări de reducere a pantei longitudinale ale ravenelor, prin căderi și ruperi de pantă, sau baraje de reținere a aluviunilor.

Aceste lucrări sunt delimitate în două mari categorii, și anume, în lucrări pentru combaterea eroziunii de suprafață, respectiv de adâncime.

Lucrările hidrotehnice pentru combaterea eroziunii de suprafață se clasifică după rolul lor funcțional în trei mari categorii [2]:

1. lucrări hidrotehnice de reținere totală a scurgerii provenite din precipitațiile torențiale; acest tip de lucrări se aplică în zonele cu precipitații reduse și pe soluri cu mare capacitate de infiltrație (ușor permeabile); din această categorie fac parte următoarele tipuri de lucrări:
 - valuri de nivel (valuri orizontale);
 - canale de nivel (canale orizontale);
 - terase de nivel (terase orizontale);
2. lucrări hidrotehnice de reținere parțială a scurgerii și evacuarea dirijată a ei; astfel de lucrări se aplică în zone cu precipitații bogate și pe soluri cu capacitate redusă de infiltrație (greu permeabile); din categoria acestor lucrări fac parte lucrările înclinate:
 - valuri înclinate;
 - canale înclinate;
 - terase înclinate;
3. lucrări hidrotehnice de evacuare a excesului de apă de pe versanții agricoli; aceste lucrări au rolul de a evacua scurgerea de suprafață colectată de lucrările înclinate; poartă denumirea de debușee;

Valurile de pământ (de nivel sau înclinate), reprezintă un tip de lucrări foarte eficiente pentru combaterea eroziunii solului, ele având rolul de a conserva sau de a evacua dirijat (controlat) scurgerile provenite din precipitații. Ținând seama de avantajele pe care valurile de pământ le prezintă, ele pot fi considerate ca cele mai ideale lucrări de interceptarea scurgerii [2]. Aceste avantaje sunt:

- sunt ușor de executat (tehnologie foarte simplă);
- forma și dimensiunile secțiunii transversale nu necesită lucrări speciale de traversare pentru utilajele agricole;
- nu scot suprafețe de teren din circuitul agricol, terenul ocupat de valuri utilizându-se în continuare pentru agricultură.

Valurile de nivel (orizontale) se utilizează pe terenurile arabile sau pe pășuni, când lucrările agrotehnice antierozionale sunt insuficiente. Sunt eficiente (efecte optime) pentru terenuri cu pantă de până la (12 ÷ 15) %.

Sunt lucrări care au rolul de a reține scurgerea din precipitațiile căzute pe suprafața din amonte lor. Apa astfel acumulată se poate infiltra în sol. În condițiile din țara noastră, valurile orizontale se utilizează în zonele de stepă și silvostepă (soluri permeabile pentru apă și precipitații reduse). pe trasee cu pante cuprinse între 5 și 12 % (arabile) și până la 15 % pentru pășuni.

Valurile de nivel se trasează de-a lungul curbelor de nivel, și întrucât se urmărește o reținere maximă a scurgerii de suprafață, ele se închid la capete cu pinenți marginali (vezi fig.6.39).

Pentru localizarea efectelor eventualelor distrugerii se pot prevedea pinenți intermediari de compartimentare.

Din punct de vedere constructiv, valurile de pământ sunt lucrări sub forma unor coame/spinari prevăzute în amonte cu un șanț cu bază largă (pentru reținerea scurgerilor, vezi fig.6.40).

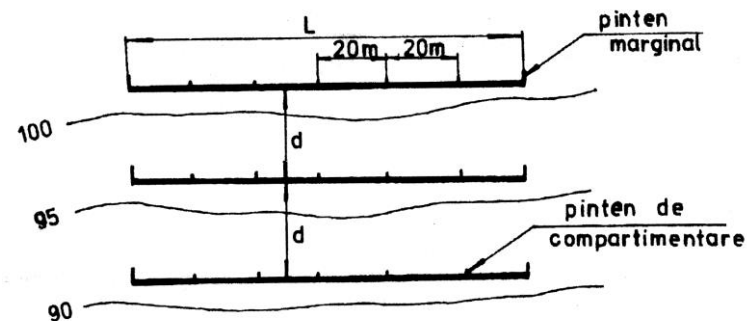


Fig.6.39. Valuri de nivel

Funcție de panta terenului, valurile de pământ pot fi executate în două variante constructive:

- cu bază largă (fig.6.40.a), recomandate pe terenuri cu pantă $i = (2 \div 12) \%$;
- cu bază îngustă (fig.6.40.b), recomandate pe terenuri cu pantă $i = (10 \div 15) \%$;

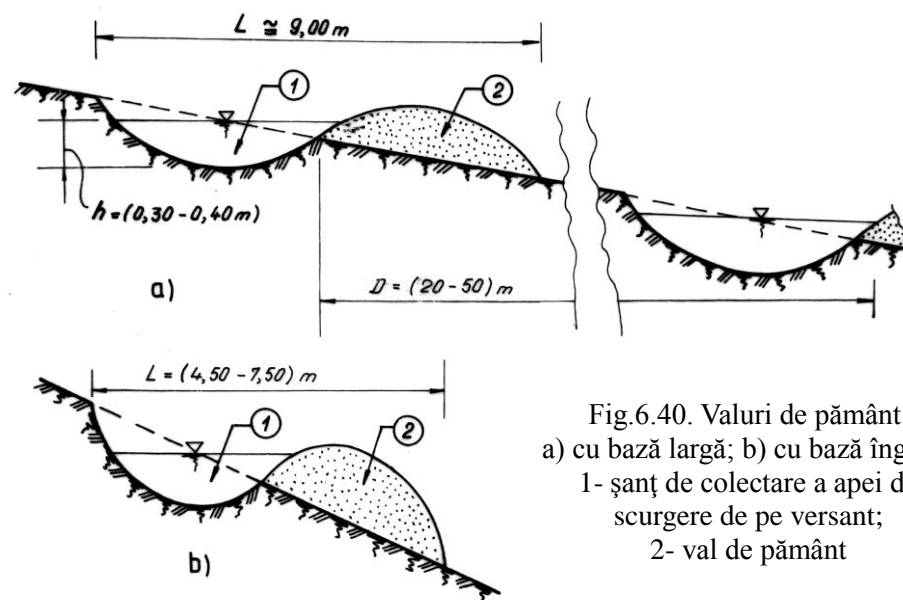


Fig.6.40. Valuri de pământ.
a) cu bază largă; b) cu bază îngustă
1- șanț de colectare a apei de scurgere de pe versant;
2- val de pământ

Valurile înclinate (cu pantă longitudinală), au rolul de a reține scurgerile provenite din precipitații și de a le dirija spre un evacuator natural sau artificial (debușeu, vezi fig.6.41). Ținând seama de funcționalitatea lor, se utilizează în zone cu precipitații abundente, soluri greu permeabile și unde în anumite perioade ale

anului, culturile suferă din pricina excesului de umiditate. Se deosebesc de valurile de nivel doar prin trasarea cu pantă longitudinală (i_v , fig.6.41). Panta longitudinală a acestor lucrări se alege în funcție de recomandările existente, stabilite în baza lucrărilor deja executate. Astfel, pentru valurile scurte ($L_v = 100 \dots 200$) m se adoptă o pantă unică pe toată lungimea, în timp ce pentru valurile lungi ($L_v > 200$ m) este necesară o pantă variabilă pe lungime, după cum urmează:

- $i_v = 0,10 \%$, pe prima sută de metri;
- $i_v = 0,15 \%$, pe a doua sută de metri;
- $i_v = 0,20 \%$, pe a treia sută de metri, urmând ca pentru fiecare sută de metri în continuare, panta să crească cu $0,10 \%$.

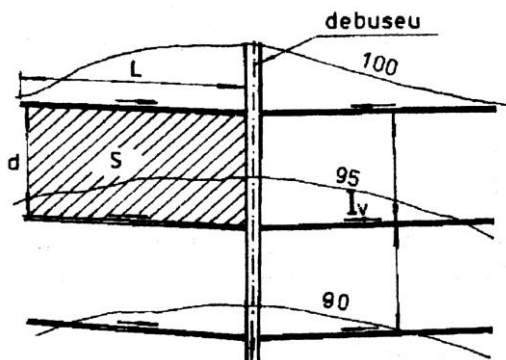


Fig.6.41.

Forma secțiunii transversale și normele de dimensionare sunt similare cu cele ale valurilor orizontale (de nivel).

Problemele care trebuie rezolvate la proiectarea valurilor de pământ sunt: secțiunea transversală, panta longitudinală (doar la cele înclinate), distanța dintre valuri, lungimea acestora și numărul de valuri pe unitatea de lucru.

Canalele de pământ, sunt de asemenea lucrări hidrotehnice destinate combaterii eroziunii solului și regularizare a scurgerilor de pe versanți, dar cu o capacitate sporită de acumulare sau evacuare față de valuri. Aceste lucrări au dobândit o mai mare extindere, și în țara noastră, mai ales în bazinul de recepție al formațiunilor torențiale în scopul protejării vârfului acestora, dar și pe plantațiile silvice degradate.

Dezavantajele cele mai importante ale canalelor de pământ, comparativ cu valurile, sunt următoarele:

- elimină din circuitul agricol suprafețele pe care se execută;
- forma secțiunii transversale necesită lucrări auxiliare de traversare pentru utilajele agricole de întreținere și recoltare a culturilor.

Aceste două dezavantaje fac ca aceste lucrări să fie neutilizabile pe terenurile arabile și pășuni, eventual la marginea unităților de lucru.

Canalele de pământ se pot clasifica după mai multe criterii:

1. după criteriul pantei longitudinale;
 - canale orizontale (de nivel);

- canale înclinate (cu pantă longitudinală);
2. după criteriul formei secțiunii transversale:
 - canale cu secțiune trapezoidală (cu sau fără bermă); se utilizează pentru canalele de nivel (vezi fig.6.42 - cu bermă);
 - canale cu secțiune triunghiulară; se utilizează pentru canalele înclinate, deoarece acest tip de secțiune asigură o evacuare mai rapidă a scurgerii;
 - canale cu secțiune parabolică; este forma optimă și tehnologic cea mai ușor de realizat pentru ambele tipuri de canale;

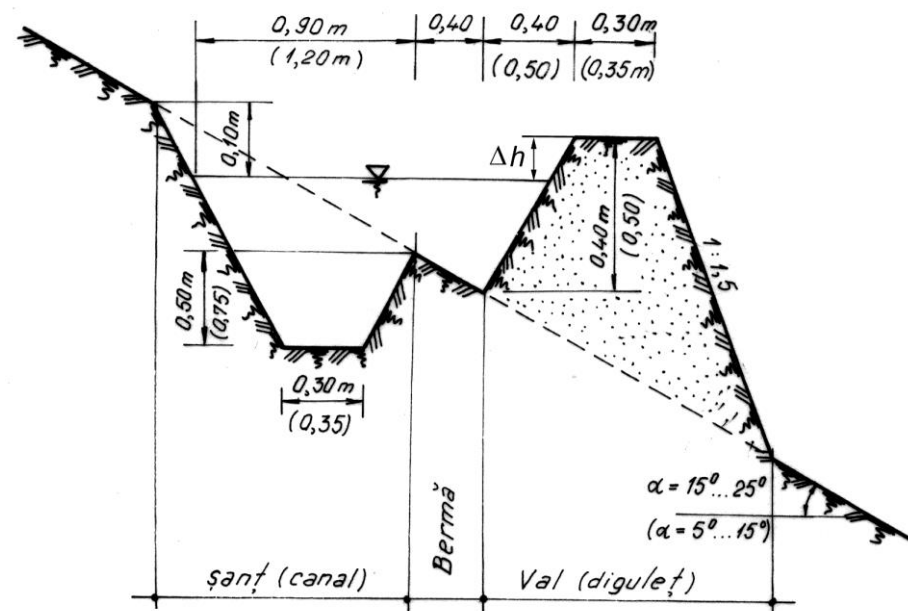


Fig.6.42. Canalul de pământ

3. după criteriul poziției ocupate în cadrul organizării interioare:
 - canale interioare/intermediare, amplasate în cadrul unităților viticole sau pomicele;
 - canale marginale/de coastă, amplasate la limita unităților de lucru sau în avalul teritoriilor neamenajate.

Pantele admise ale versanților și utilitățile pe care se execută aceste lucrări, sunt:

- $i_{max} = (20 \div 25) \%$, pentru culturi de câmp și pășuni;
- $i_{max} = 35 \%$, pentru fânețe și plantații viti-pomicele;
- $i_{max} = 45 \%$, pentru plantații forestiere (silvice).

Canalele de nivel (orizontale/fără pantă longitudinală sunt trasate după curbele de nivel și au, ca și valurile de nivel, drept rol funcțional reținerea pe versanți a scurgerilor provenite din precipitații. Sunt utilizate cu precădere pentru plantațiile

pomicole (mai rar viticole, pășuni sau terenuri arabile) și în bazinele formațiunilor de eroziune în adâncime.

Având în vedere rolul lor funcțional, canalele de nivel se utilizează doar în zone cu precipitații reduse, cu soluri având textura ușoară - mijlocie (permeabilitate bună pentru apă) și care nu prezintă pericol de alunecare.

La proiectarea canalelor de nivel este necesară stabilirea următoarelor elemente:

- secțiunea transversală a canalului;
- distanța dintre canale (pe versant);
- lungimea canalelor;
- numărul de canale.

Canalele înclinate, la fel ca și valurile înclinate, au rolul de a acumula scurgerea provenită din precipitații și de transport a acesteia spre un evacuator natural (emisar) sau artificial (debușeu, vezi fig.6.45). Având în vedere rolul lor funcțional, se recomandă pentru zone cu precipitații anuale abundente (peste 600 mm), pe soluri cu textură grea (argiloasă), deci greu permeabile, și acolo unde se constată exces de umiditate. De asemenea, evacuând rapid surplusul de apă, sânt recomandate pe terenuri care prezintă pericol de alunecare.

La proiectarea canalelor înclinate, în plus față de elementele menționate la canalele orizontale (l_c), mai trebuie stabilită panta longitudinală. Valoarea acesteia se stabilește în funcție de panta versantului (l_v) și coeficientul de scurgere (K). Astfel, pentru:

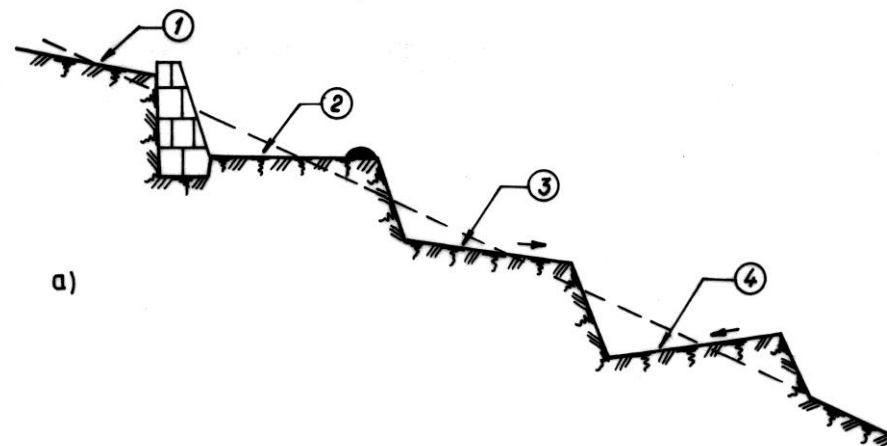
- $l_v = (6 \div 16) \%$ și $K = 0,4 \div 0,6$, $l_c = (0,3 \div 1,2) \%$;
- $l_v = (6 \div 16) \%$ și $K = 0,7 \div 1,8$, $l_c = (0,6 \div 1,4) \%$;
- $l_v = (17 \div 24) \%$ indiferent de K , $l_c = (0,2 \div 1,4) \%$;

Din punct de vedere constructiv, digurile de pământ, indiferent de tipul acestora (nivel/înclinat) sunt lucrări sub forma unor digulețe/ramblee de formă trapezoidală, prevăzute în amonte cu un canal (șanț de formă trapezoidală sau triunghiulară) pentru colectarea scurgerilor provenite din precipitațiile aferente zonei pe care o deservește. Pot fi prevăzute sau nu cu bermă (vezi fig.6.42), dar în mod obligatoriu cu înălțime de gardă ($\Delta h = 0,05 \dots 0,1$ m). Pe înălțimea gării se practică din loc în loc deversoare care au rolul, ca în perioada ploilor ce depășesc intensitatea de calcul, să permită evacuarea surplusului de apă, evitând astfel pericolul distrugerii lucrării.

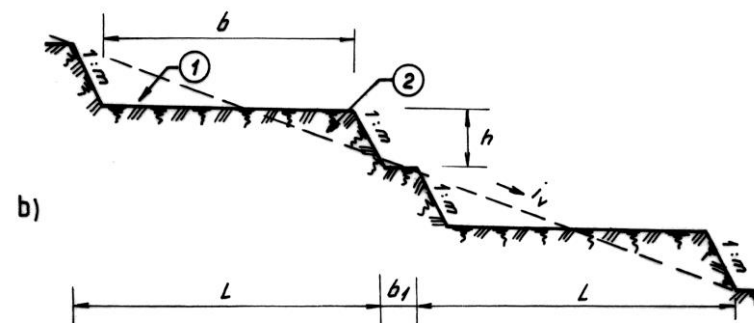
Traseele, sunt lucrări de amenajare antierozională executate în trepte largi, efectuate cu scopul reducerii pantei pe terenuri cultivate. Se execută de obicei pe terenuri cu pante cuprinse între (15 ÷ 35) %. Din punct de vedere constructiv, sunt alcătuite dintr-o platformă plană (care poate fi cultivată), orizontală sau slab înclinată, realizată parțial în săpătură (debleu), parțial în umplutură (rambleu), mărginită de un taluz de pământ sau zidit (vezi fig.6.43.b).

Comparativ cu o suprafață neamenajată, terasarea prezintă numeroase *avantaje* de ordin tehnic, economic, hidrologic etc. Cele mai importante dintre acestea sunt:

1. regularizarea regimului scurgerilor de suprafață datorită reducerii pantei versantului;
2. controlul eroziunilor de suprafață și de adâncime;
3. punerea la dispoziția plantelor a unor cantități sporite de apă, ca urmare a îmbunătățirii condițiilor de reținere și infiltrare a apei în sol;



- 1- terasă cu zid de sprijin; 2- terasă orizontală cu taluz înierbat; 3- terasă înclinată în sensul pantei terenului; 4- terasă înclinată în sens invers pantei terenului



- 1- debleu (săpătură); 2- rambleu (umplutură); b_1 - bermă; b - lățimea utilă a terasei; m - coeficientul unghiular al taluzului; $b = (3 \div 10)$ m; $h = (1 \div 4)$ m; $i_v > 15 \%$

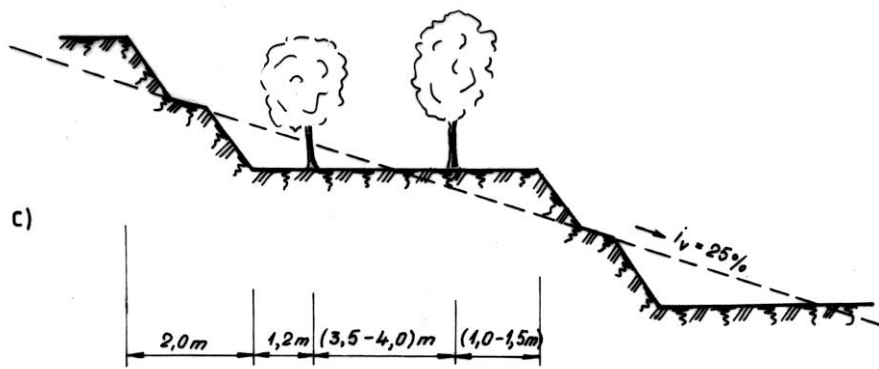


Fig.6.43. Terasa pentru plantații viticole

4. condiții îmbunătățite pentru mecanizarea lucrărilor agricole de întreținere și recoltare;
5. extinderea suprafețelor cultivate și pe terenurile cu pante mari, care altfel nu ar fi posibile decât cu mari eforturi și fără aportul mecanizării lucrărilor agricole;
6. folosirea cu mai mare eficiență a îngrășămintelor, datorită unei împrăștieri mai uniforme și evitării spălării acestora de către ploii.

Cu toate acestea, terasarea terenurilor prezintă și o serie de *dezavantaje*, ca:

1. favorizarea procesului de alunecare, mai ales pe terenurile cu potențial mare de alunecare, sau în cazul celor cu pante mari și relief frământat;
2. accentuează fenomenul de secetă, cu precădere în zonele aride;
3. eventualele greșeli în amplasarea sau construcția teraselor se remediază extrem de greu;
4. în primii ani de exploatare sunt necesare lucrări frecvente de refacere a taluzurilor și platformelor care se degradează datorită tendinței de concentrare a scurgerilor pe zonele cu vechi denivelări.

În funcție de condițiile pedo-climatice, terasarea este eficientă pe versanți cu pante cuprinse între (15 ÷ 30) %, având în vedere și categoria de folosință agricolă (arabil, pomi, viță de vie). Pentru versanții cu pante mai mari de (28 ÷ 30) %, terasarea începe să devină ineficientă, pentru că:

- lățimea utilă a terasei devine mică și se pierde o mare suprafață de teren necesară realizării taluzurilor;
- se reduce mult atât stabilitatea terenului și taluzurilor, cât și posibilitatea mecanizării lucrărilor.

Pe terenurile arabile cu agresivitate chimică pronunțată și în sistemele de irigații, terasarea devine necesară și pe versanți cu pante mai mici de 15 %.

Tipurile de terase se diferențiază foarte mult în funcție de categoria de folosință a terenului, înclinarea platformelor, natura consolidărilor taluzurilor sau tehnologia de execuție a acestora.

După *categoria de folosință a terenului*, deosebim:

- terase pe terenuri arabile (agrotetase);
- terase pe terenuri pentru cultivarea viței de vie;
- terase pentru plantații pomicele (fig.6.43.c);
- terase cu platformă mică pe terenuri puternic înclinate pentru plantații forestiere (fig.6.44.a...d).

După *înclinarea platformei*, deosebim:

- terase cu platformă orizontală (fig.6.43.a-2);
- terase cu platformă înclinată în sensul pantei terenului (fig.6.43.a-3);
- terase cu platformă înclinată în sens invers pantei terenului (fig.6.43.a-4);
- terase cu platformă înclinată după axul longitudinal (terase înclinate).

După *soluția de consolidare a taluzului*:

- terase cu taluzuri consolidate prin înierbare (fig.6.43.a-2);
- terase cu taluzuri consolidate cu brazde de iarbă;
- terase cu taluzuri consolidate cu ziduri de sprijin (fig.6.43.a-1).

După *criteriul tehnologiei și al utilajelor de execuție*, deosebim:

- terase executate în debleu - rambleu, executate cu ajutorul utilajelor terasiere (gredere, buldozere, fig.6.43.b);
- terase executate odată cu desfundarea terenului, cu ajutorul plugului balansier, sau pe cale manuală;
- terase rezultate în timp pe terenurile arabile sau în plantații pomicele, cu ajutorul plugurilor reversibile, polidiscurilor etc.;
- terase realizate prin folosirea combinată a utilajelor terasiere și a mașinilor agricole.

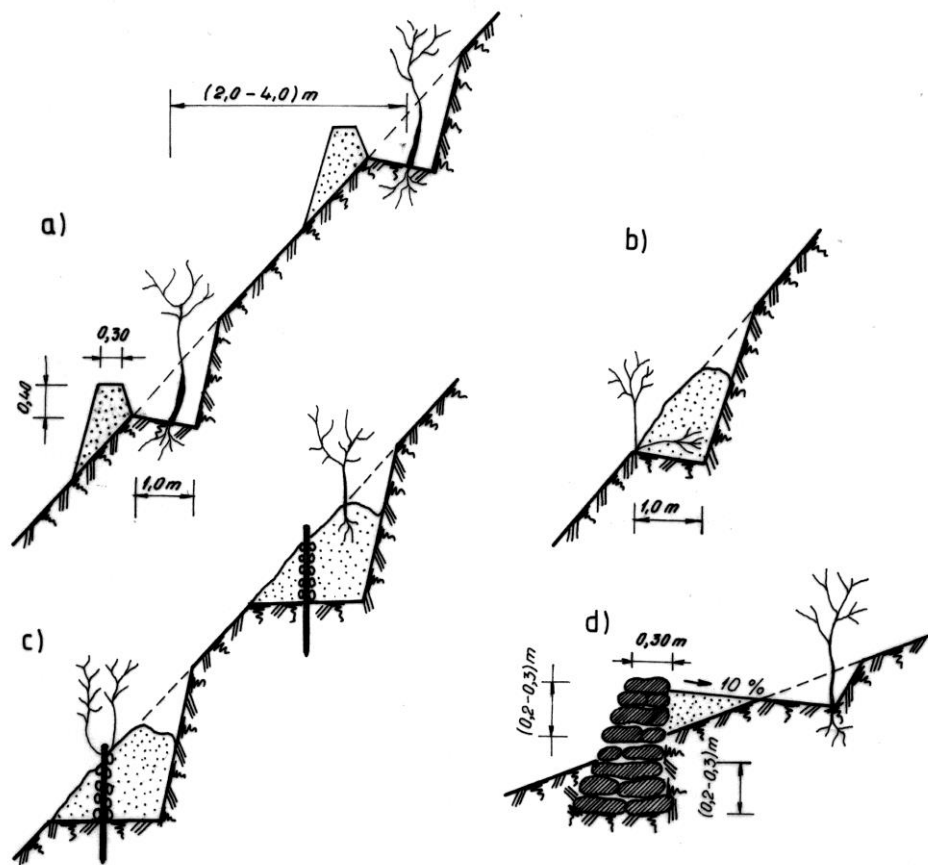
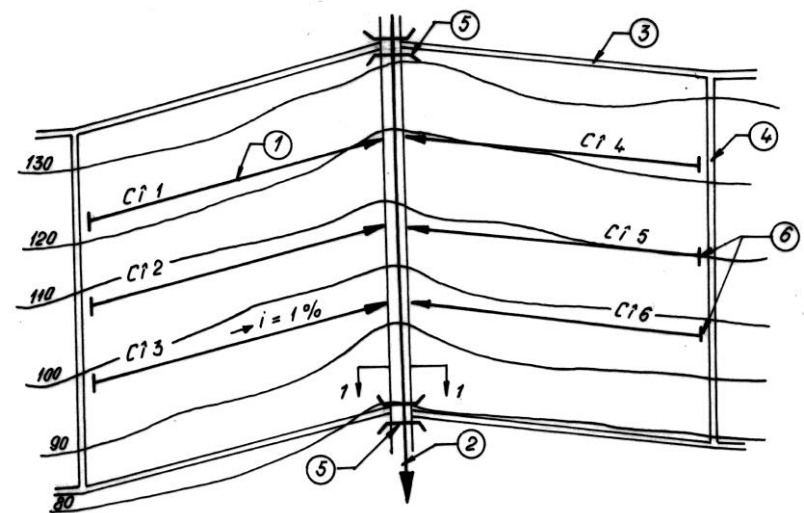


Fig.6.44. Terase pentru plantații forestiere

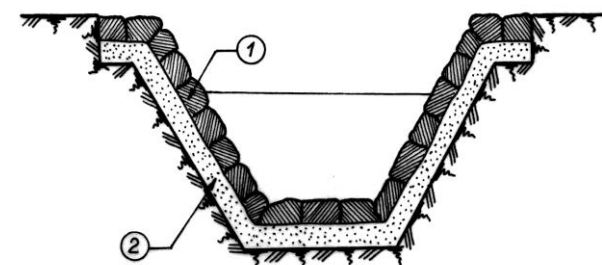
- a) terase simple (nesprijinite); b) terase cu puiți sau butași orizontali;
 c) terase cu gârdulețe îngropate; d) terase sprijinite cu banchete de lespezi de piatră fără mortar

Lucrările hidrotehnice pentru evacuarea excesului de umiditate de pe versanți, au drept rol colectarea și evacuarea într-un emisar a surplusului provenit din scurgerile de suprafață pe care le-au interceptat celelalte lucrări din amonte (valuri, canale și terase înclinate), conform calculului hidraulic de dimensionare, sau a celor care depășesc capacitatea de interceptare și reținere ale aceluiași lucrări, în cazul producerii unor precipitații care depășesc asigurarea de calcul luată în considerare la dimensionare. De asemenea aceste lucrări mai pot fi prevăzute și pentru eliminarea excesului de umiditate și regularizarea scurgerilor de pe versanți neamenajați prin lucrări de C.E.S.



Secțiunea 1-1

- 1- canale înclinate; 2- deșeu; 3- drum de exploatare; 4- potecă;
 5- podeț tubular sau vad perat; 6- zonă de întoarcere



- 1- îmbrăcămintă de protecție (pereu din piatră spartă); 2- strat de egalizare - suport (balast - nisip)

Fig.6.45. Amplasarea rețelei canalelor de colectare și evacuare (canale înclinate / deșeu)

Cele mai importante lucrări din această categorie sunt deșeurile. Din punct de vedere constructiv, deșeurile sunt canale cu treaptă de cădere, trasate după linia de cea mai mare pantă și perimetru protejat. Ca și celelalte tipuri de lucrări, pot fi clasificate după mai multe criterii.

- După criteriul *formei secțiunii transversale*:
 - deșeu cu secțiune triunghiulară;
 - deșeu cu secțiune trapezoidală (vezi fig.6.45);
 - deșeu cu secțiune parabolică;
- După *natura* lor, deșeurile de clasifică în:

- debușee naturale, executate în văi existente;
 - debușee artificiale, realizate similar canalelor.
3. După criteriul *protecției perimetrului* utilizat:
- debușee protejate biologic (îmierbare / brazde de iarbă);
 - debușee protejate cu materiale clasice (protecții rigide: piatră, dale de beton);
 - debușee cu protecție mixtă (pragurile cu materiale clasice, restul traseului cu protecție biologică).

La proiectarea debușeelor este necesar să se aibă în vedere următoarele:

- traseul ales va trebui să țină seama de respectarea cerințelor legate de executarea mecanizată a lucrărilor agricole și concomitent să aibă în vedere scoaterea din circuitul agricol a unei suprafețe minime;
- valorile de dimensionare ale secțiunii transversale și pantei longitudinale să asigure evacuarea întregii cantități de apă colectată de pe suprafața pe care o deservesc, fără pericol de eroziune în lungul canalului;
- reducerea la minim a volumului de terasamente și evitarea înțelenirii existente.

O problemă foarte importantă pentru proiectarea debușeelor este alegerea traseului amplasamentului acestora. În toate cazurile trebuie utilizate toate văile / depresiunile existente, iar dacă acestea lipsesc, sau rețeaua lor este prea sinuoasă, debușeele se execută sub forma canalelor pe trasee cât mai rectilinii. Toate acestea, evident cu scopul reducerii la minim a volumelor de terasamente și a suprafețelor eliminate din circuitul agricol.

De asemenea, o atenție deosebită trebuie acordată problemei racordării debușeelor la canalele colectoare ale drumurilor principale și a amplasării lor în raport cu elementele organizării teritoriului.

6.3.4. Lucrări pentru stăvilirea eroziunii de adâncime

Cea mai importantă formă a eroziunii de adâncime este torentul. Prin *torent* se înțelege o rețea de ogașe și ravene care converg spre un canal colector (vezi fig.6.37), prin care curg cu ocazia ploilor și topirii zăpezilor, cantități mari de apă și material solid. Se consideră ravene torențiale, formațiunile la care debitul specific lichid cu asigurarea de 1 % depășește valoarea de 40 l/s, iar eroziunea specifică medie este mai mare de 4,0 m³/an și hectar [2].

Orice ravenă torențială evoluează în adâncime până la obținerea unui profil longitudinal de echilibru morfologic, echilibru obținut în mod natural. Se consideră în acest caz că ravena torențială este inactivă.

Particularitățile scurgerii în bazinele hidrografice ale ravenelor torențiale se pot caracteriza cu ajutorul a doi coeficienți, și anume:

1. *coeficientul de încărcare* al curentului (K_i) dat de relația:

$$K_i = \frac{V_{al}}{V_a} \quad (6.6)$$

unde: V_{al} - volumul aluviunilor transportat de torent;

V_a - volumul apei care transportă acest curent;

2. *coeficientul de torențialitate* al curentului (K_t) definit de relația:

$$K_t = \frac{V_{am}}{V_a} \quad (6.7)$$

unde: v_{am} - viteza medie de curgere a curentului încărcat cu aluviuni;

v_a - viteza medie de curgere în aceleași condiții hidraulice al unui curent fără material aluvionar.

Clasificarea torenților se face după mai multe criterii:

1. După *forma bazinului de recepție*, deosebim:
 - torenți cu bazin de recepție circular (echivalent), caracterizați printr-o concentrare rapidă a scurgerii și apariția bruscă a viiturilor, cu debite mari;
 - torenți cu bazin de recepție alungit / longitudinal, la care apariția debitelor de viitură este mai lentă.
2. În funcție de *caracteristicile curentului*, pot fi:
 - torenți apoși, fără o încărcare deosebită cu material aluvionar (solid), având $K_i = (0...0,4)$ și $\gamma_{am} = 1,06 \text{ tf/m}^3$; sunt caracteristici bazinelor bine acoperite cu vegetație și cu roci rezistente la eroziune;
 - torenți apo-pietroși, încărcăți cu mari cantități de material solid, deci $K_i = (0,04...0,4)$ și $\gamma_{am} = 1,50 \text{ tf/m}^3$; sunt caracteristici bazinelor cu vegetație degradată;
 - torenți noroioși, care au o foarte mare încărcare cu material aluvionar, cu $K_i > 0,4$ și $\gamma_{am} > 1,50 \text{ tf/m}^3$.
3. Conform criteriului *activității predominante a torentului*, distingem:
 - torenți / ravene de săpare, la care activitatea principală este cea de eroziune în adâncime;
 - torenți / ravene de transport, la care s-a atins un oarecare profil de echilibru și nu mai există eroziune de fund;
 - torenți / ravene mixte, la care pe anumite porțiuni se constată o activitate intensă de săpare, iar pe altele de transport.
4. Conform *gradului de torențialitate*, sunt:
 - ravene excesiv torențiale, la care debitul specific lichid cu asigurarea $p=1\%$ este mai mare de 320 l/s și ha, iar eroziunea specifică medie depășește 32 m³/an și ha;
 - ravene mijlociu torențiale, la care debitul specific lichid cu $p=1\%$ este $q_1\% = (320 \div 40) \text{ l/s/ha}$, iar eroziunea cuprinsă între $e_m = (32 \div 4) \text{ m}^3/\text{an/ha}$;

Din punct de vedere constructiv, lucrările de stăvilire a acțiunii torențiale (eroziune în adâncime) sunt lucrări transversale executate din materiale locale

(nuiele, fascine, saltele din suluri de fascine, pământ vegetal, etc.) sau clasice (piatră de râu, piatră spartă, beton și beton armat). Ele pot fi amplasate, funcție de activitatea erozivă și de transport din bazin, pe întreaga suprafață a acestuia sau numai în anumite zone (vezi fig.6.46).

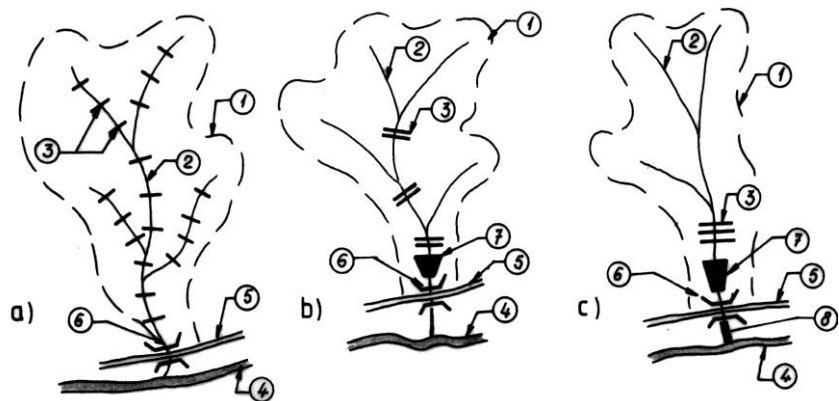


Fig.6.46. Modalități de amplasare ale lucrărilor hidrotehnice transversale pe rețeaua hidrografică. a) amplasarea pe întreaga rețea; b) amplasarea barajelor de retenție a aluviunilor după modelul nodurilor hidrotehnice; c) amplasarea barajelor de retenție la gura torentului.

1- limită bazin torential; 2- cursul torentului; 3- lucrări transversale (praguri, baraje); 4- emisar (râu); 5- drum forestier; 6- podeț tubular; 7- baraj priză; 8- canal protejat.

Cele mai importante lucrări din această categorie sunt pragurile, traversele și barajele.

Pragurile, sunt lucrări amplasate transversal în albiile torentiilor / ravenelor și au drept rol funcțional de a reduce viteza de curgere (reducerea eroziunii și favorizarea depunerilor) și a dirija curentul de apă după un traseu favorabil. Se construiesc prioritar din materiale locale (lemn, fascine, saltele de fascine, pământ vegetal (vezi fig.6.47).

Traversele, sunt lucrări transversale amplasate de asemenea în albie, având rolul menținerii patului albiei la cota inițială (vezi fig.6.48). Sunt executate din beton sau zidărie de piatră.

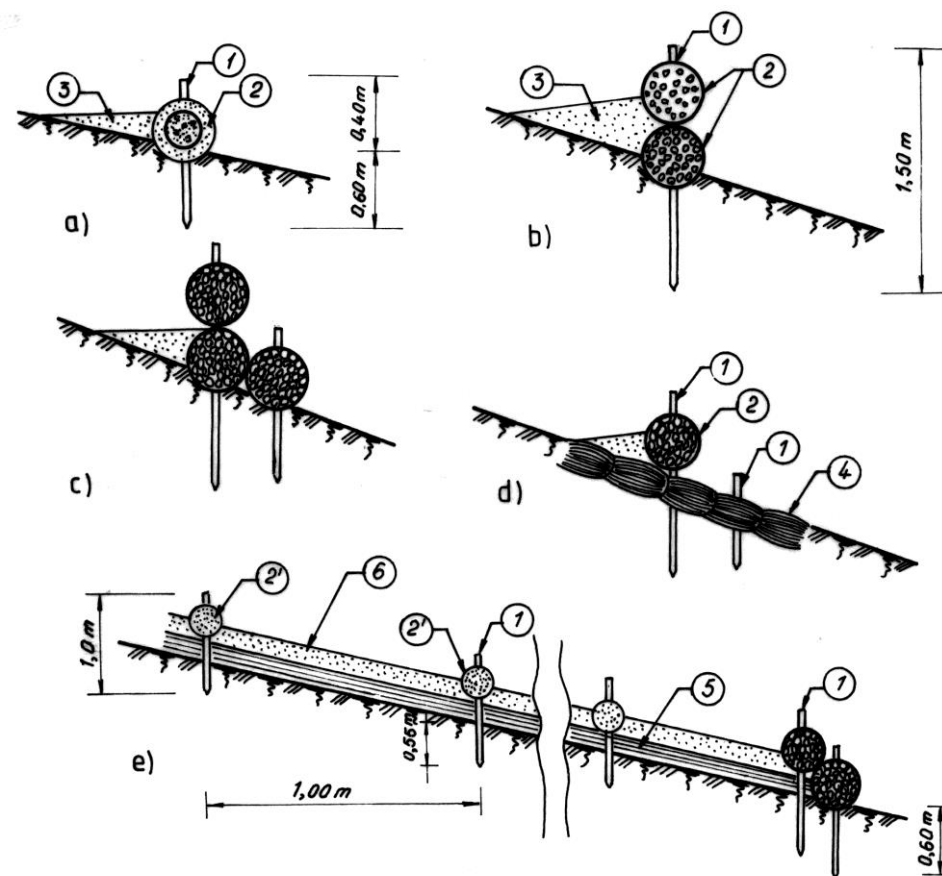


Fig.6.47. Tipuri de praguri din fascine

1- țărăși $\phi = (5 \div 7)$ cm; 2- fascine din nuiele de salcie $\phi = 30$ cm; 2'- fascine din nuiele de salcie $\phi = 15$ cm; 3- sedimente; 4- saltea din suluri de fascine, $\phi = 20$ cm; 5- pat din nuiele de salcie; 6- strat de pământ vegetal, $\delta = 10$ cm

Traversele, sunt lucrări transversale amplasate, de asemenea în albie, având rolul menținerii patului albiei la cota inițială (vezi fig.6.48). Sunt executate din beton sau zidărie de piatră.

Barajele, sunt lucrări masive față de cele anterior prezentate, cu înălțimi cuprinse între $H = (2,0 \div 4,0)$ m. Utilizarea lor este justificată când lucrările efectuate în bazin și pe cursul superior al ravenelor nu pot reține în totalitate scurgerea materialului solid. Aceasta pentru că barajele sunt cele mai eficiente lucrări transversale destinate acestui scop. De asemenea, barajele sunt justificate în dreptul centrelor populate, ale căilor de comunicație (căi ferate, șosele) și pentru protejarea lucrărilor hidrotehnice existente.

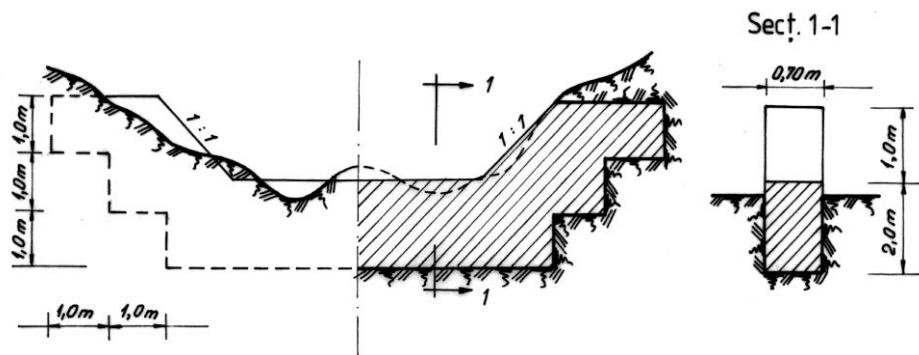


Fig.6.48. Schema unei traverse

Folosirea betonului și a betonului armat se recomandă doar în cazuri impuse de condiții constructive, statice, sau dacă din calculele economice utilizarea acestor materiale rezultă ca fiind mai rentabilă decât zidăria de piatră. Părțile componente ale acestui tip de lucrare, cu excepția bazinului dissipator, a cărui necesitate este opțională, sunt prezentate în fig.6.49 - 6.51.

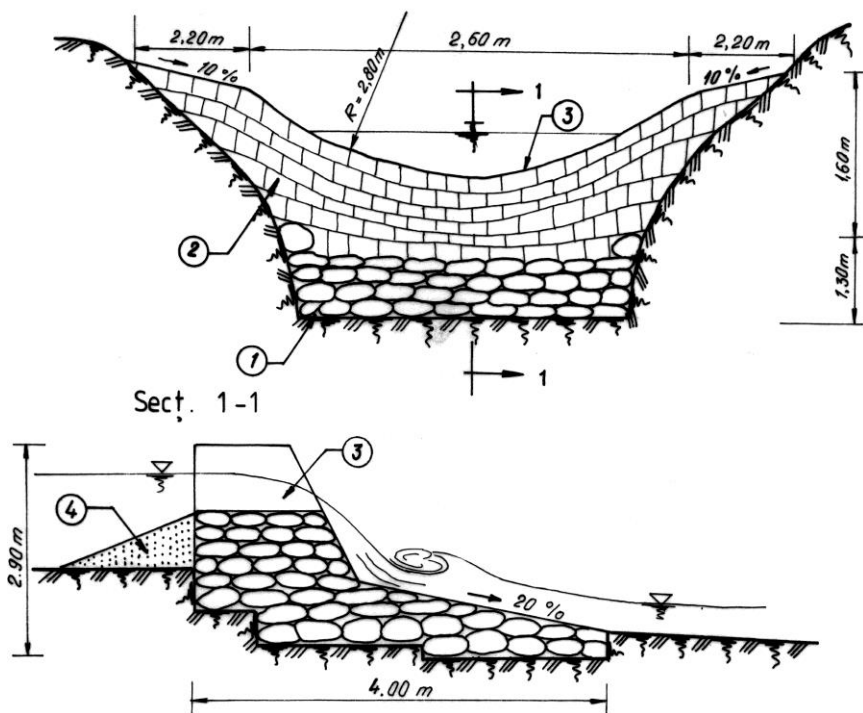


Fig.6.49. Baraj de zidărie uscată. 1- fundație; 2- corp de zidărie uscată; 3- front deversare apă; 4- aluviuni (sedimente)

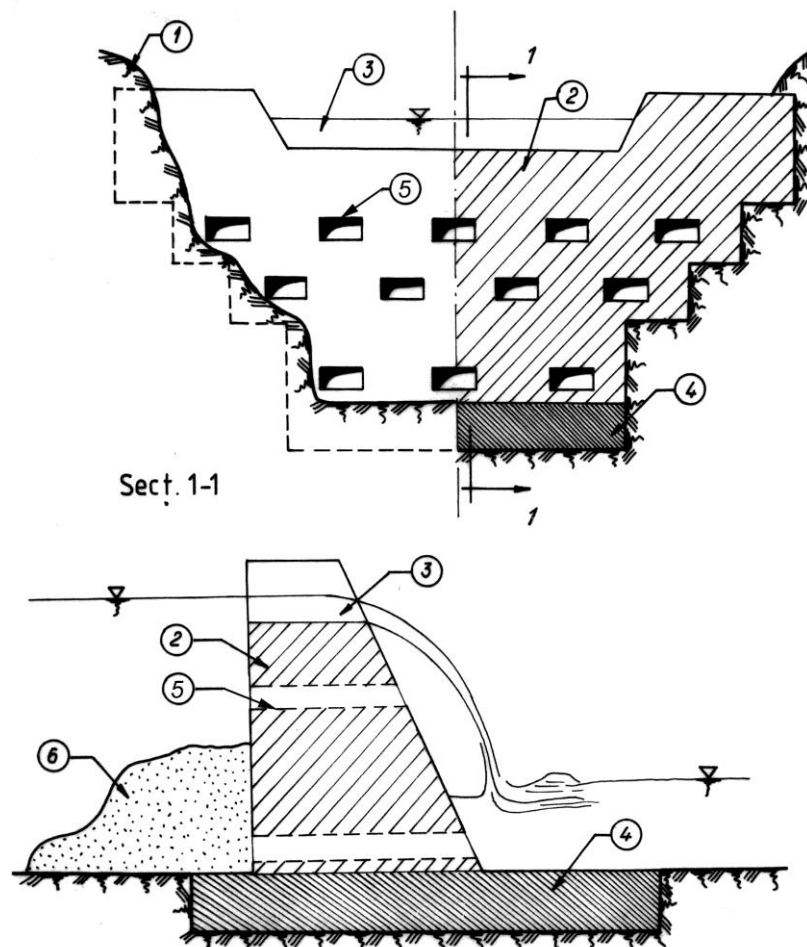


Fig.6.50. Baraj de beton pentru reținerea aluviunilor
1- mal albie torent; 2- corpul barajului; 3- front deversant; 4- fundație;
5- barbacane; 6- sedimente (aluviuni)

Înălțimea (H) și numărul barajelor (prin distanța L dintre două baraje succesive pe torent) rezultă în funcție de panta necesară a fi amenajată (i_a) față de cea inițială (i), din relația:

$$H = L(i - i_a) \quad (6.8)$$

sau:

$$L = \frac{H}{i - i_a} \quad (6.9)$$

Forma secțiunii transversale cea mai des utilizată este forma trapezoidală cu paramentul amonte vertical (fig.6.53.a), dar și alte forme, prezentate în fig.6.52.b...e.

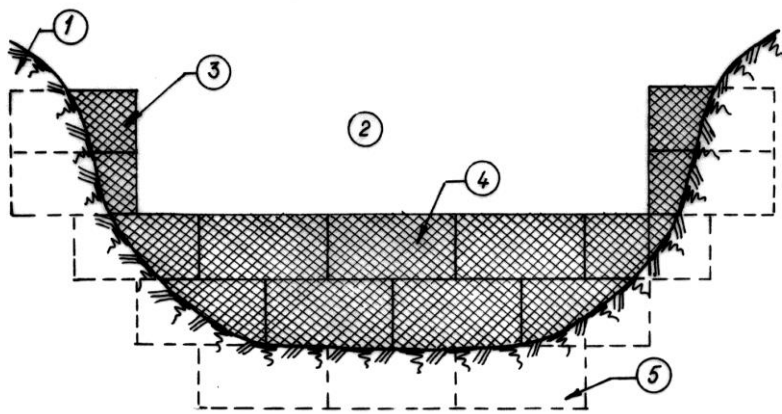


Fig. 6.51. Prag sau baraj din gabioane
1- mal albie; 2- front deversor; 3- aripă baraj; 4- corp baraj din gabioane;
5- fundație baraj din gabioane

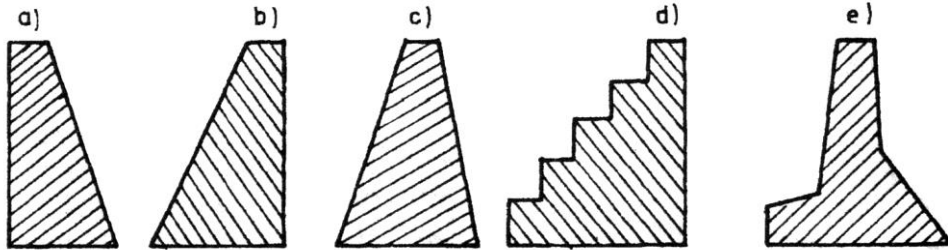


Fig. 6.52.

În alcătuirea oricărui baraj, obligatorii sunt deversorul și bazinul disipator.

Deversorul, este elementul constructiv care asigură evacuarea apelor reținute și decantate în spatele barajului. Forma acestuia poate fi dreptunghiulară sau trapezoidală, fiecare dintre ele având avantaje și dezavantaje. Amplasarea deversorului se recomandă să fie făcută central față de firul văii, iar înălțimea lamei deversante se recomandă să fie egală cu adâncimea apei pe firul ravenei. Părțile laterale ale deversorului poartă denumirea de umeri și se prevăd cu lățimi cuprinse între (0,5 ... 1,5) m și înclinări între (5... 10) %.

Disipatorul este construcția prevăzută imediat în avalul barajului. Rolul funcțional al disipatorului este de a împiedica erodarea albiei și subspălarea tălpii fundației barajului. Aceasta pentru că racordarea dintre cele două biefuri (amonte și aval față de baraj) se face în general printr-un regim de fund cu apariția saltului hidraulic. În plus, la lucrările vechi, executate fără disipatoare, s-au constatat consecințele lipsei prevederii acestuia. Forme tip ale bazinelor disipatoare sunt prezentate în fig. 6.53.

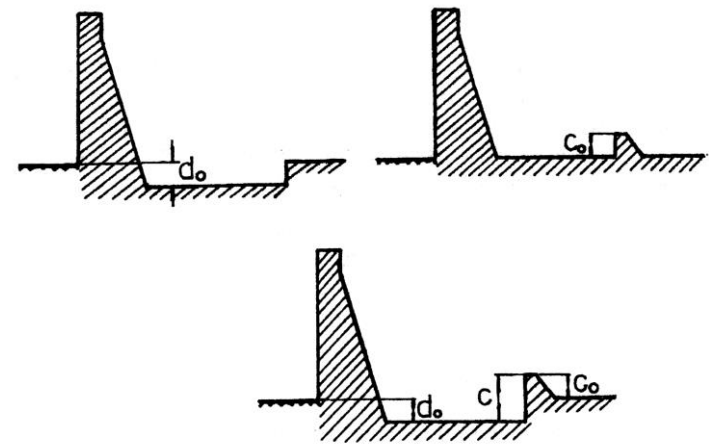


Fig. 6.53. Tipuri de disipatoare

6.3.5. Metode și lucrări de combatere a alunecărilor de terenuri

Consecințele negative ale producerii alunecărilor de terenuri (degradarea terenurilor agricole, ale construcțiilor drumurilor și șoselelor), pagubele materiale (și nu numai) pe care acestea le produc, fac adeseori din combaterea alunecărilor de terenuri, o problemă majoră.

Metodele de combatere și tipurile de lucrări mai reprezentative sunt:

1. *modificarea profilului versantului* (supus pericolului alunecării) în scopul măririi forțelor de frecare la alunecare și a celor de stabilizare a taluzului, prin:
 - a) descărcarea sarcinii versantului, prin excavarea și îndepărtarea unei părți din masivul de pământ ce tinde să alunece (fig. 6.54.a);
 - b) sprijinirea suplimentară a bazei versantului (fig. 6.54.b);
 - c) reducerea pantei versantului supus alunecării, prin crearea unei serii de banchete (fig. 6.54.c).

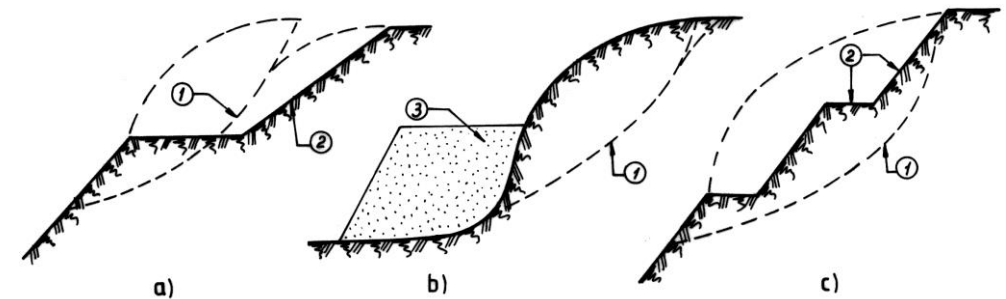


Fig. 6.54.

1- linia suprafeței de alunecare; 2- suprafețe nou create;
3- prism (banchetă) de mărire a stabilității

2. *îmbunătățirea calităților de rezistență* ale straturilor supuse alunecării, prin:
- reducerea umidității straturilor prin drenarea apelor subterane de la baza versantului de alunecare (fig.6.55.a);
 - tratarea termică a terenului în zona suprafeței de alunecare, prin calcinarea straturilor argiloase în care se dezvoltă procesul de alunecare (fig.6.55.b).

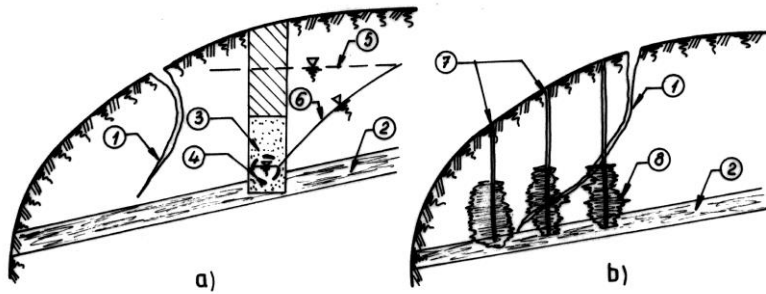


Fig.6.55. Combaterea alunecărilor de teren prin îmbunătățirea rezistenței terenului
 1- suprafață de cedare a terenului; 2- suprafață de alunecare; 3- tranșee filtrantă;
 4- dren absorbant; 5- nivel inițial al apelor freatice; 6- nivelul apelor freatice drenate; 7- foraje de ardere; 8- zone de teren calcinate în urma arderii

3. *sprjinirea artificială* a prismului de pământ ce alunecă, cu ajutorul:
- zidurilor de sprjin (fig.6.56.a);
 - piloților înfiți în masa care alunecă și fixarea de straturile inferioare stabile (lucrare cu caracter provizoriu, vezi fig.6.56.b).

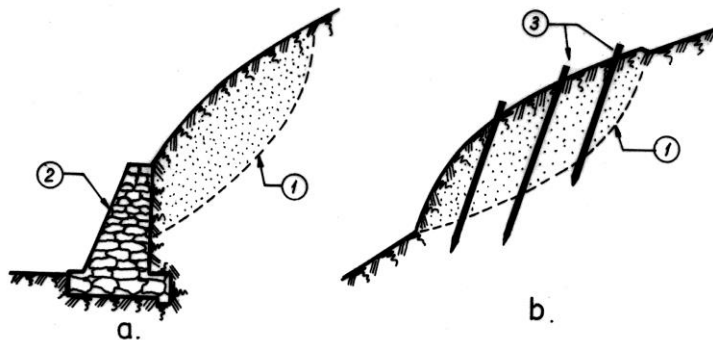


Fig.6.56. Combaterea alunecărilor de teren prin metode constructive (sprjinire artificială)

- 1- linia suprafeței de alunecare; 2- zid de sprjin (zidărie de piatră spartă cu mortar de ciment); 3- piloți