

STUDII PRIVIND AVALANȘELE DE ZĂPADĂ ȘI INDICAREA MĂSURILOR DE PREVENIRE ȘI COMBATERE

Autori: ing. R. GASPAR, prof. ing. S. A. MUNTEANU
Colaboratori: dr. ing. C. TRACI,
ing. C. AVRAM, ing. B. ALEXA, ing. D. TEJU

I. INTRODUCERE

La începutul anului 1963 câteva sute de avalanșe au blocat numeroase drumuri și căi ferate forestiere, situate în masivele forestiere din Carpații Meridionali și din Munții Maramureșului.

Pentru a se cunoaște care sînt condițiile în care se produc, frecvența și ordinul de mărime al avalanșelor din zona forestieră a R.S. România, au fost întreprinse cercetări în cursul anilor 1964 și 1965. Totodată, s-a urmărit să se prezinte, pe baza literaturii de specialitate din alte țări, caracteristicile avalanșelor, tehnica prevenirii și combaterii lor, calculul și proiectarea lucrărilor de combatere, precum și problemele execuției și ale cercetării în acest domeniu.

II. CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA AVALANȘELOR

Prin *avalanșe de zăpadă* sau *lavine* se înțeleg masele de zăpadă care se deplasează cu viteză mare pe versanții și văile cu pantă pronunțată ale munților, antrenînd în mișcarea lor violentă diversele materiale întîlnite în cale.

Formarea avalanșelor este cauzată de concordanța în spațiu și în timp a factorilor și a condițiilor favorabile acestui fenomen și anume, în principal, zăpadă în cantități apreciabile, teren în pantă mare și frecare redusă între zăpadă și suprafața subiacentă. Înălțimea, stratificația și caracteristicile fizico-mecanice ale zăpezii, expoziția terenului, natura vegetației, vînturile, etc. intervin în procesul genezei și evoluției avalanșelor.

În funcție de proprietățile zăpezii și dinamica fenomenului avalanșelor pot fi grupate în două categorii principale: avalanșe din zăpadă coezivă sau avalanșe din plăci de zăpadă ⁽¹⁾ și avalanșe din zăpadă afînată, necoezivă sau prăfoasă ⁽²⁾.

Avalanșele sînt fenomene naturale care se pot produce, în principiu, la orice latitudine, dacă se realizează simultaneitatea cauzelor și a condițiilor specifice fiind semnalate de la Ecuator pînă dincolo de Cercul

Polar. În zona temperată, prezența lor este legată de relieful montan. Cele mai multe culoare de avalanșe au fost inventariate în Elveția, țara în care cercetările științifice și lupta contra avalanșelor cunosc cea mai mare dezvoltare. Economia unor țări ca: Austria, Franța, R. F. Germană, Spania, U.R.S.S., S.U.A., Japonia, Suedia, Canada, România, Bulgaria, Cehoslovacia, etc. este afectată periodic de avalanșe. Acest fapt a determinat inițierea unei tehnici de luptă contra avalanșelor. Deși aceasta nu a ajuns la o formă definitivă, au fost deja cristalizate o serie de metode și tipuri de lucrări de combatere a avalanșelor.

În general, pentru a se reduce la minimum sau a se înlătura prejudiciile aduse de avalanșe se pot adopta patru căi de acțiune și anume:

— Evitarea amplasării de construcții, instalații, amenajări etc. pe terenurile afectate de avalanșe;

— Înlăturarea periodică a maselor de zăpadă și materiale depuse de către avalanșe pe căile de comunicație și pe alte instalații;

— Declanșarea controlată a avalanșelor, prin tragerea cu tunul asupra depozitelor instabile de zăpadă;

— Combaterea propriu-zisă a avalanșelor, prin utilizarea lucrărilor paravalanșe.

Cercetări asupra avalanșelor au fost organizate în Elveția, Franța, Austria, Spania, S.U.A., U.R.S.S., Cehoslovacia etc.

În execuția lucrărilor de combatere a avalanșelor se întâmpină greutăți deosebit de mari din cauza altitudinilor mari, a pantelor excesive, a depărtării de localități etc.

Cele mai multe lucrări paravalanșe au fost executate în Elveția, Austria și Franța.

III. CONDIȚIILE FORMĂRII AVALANȘELOR ÎN R. S. ROMÂNIA

Avalanșele se formează în zona muntoasă, în general deasupra altitudinii de 500 m, pe terenuri cu pante mai mari de 30—40%.

Zonele în care se manifestă, frecvența în timp și puterea avalanșelor, depind de caracteristicile reliefului înalt, de repartitia și variația elementelor climatologice și de răspândirea și structura vegetației forestiere.

În consecință, analiza condițiilor de formare a avalanșelor reclamă studiul acestor trei grupe de factori: relief, climă și vegetație.

Relieful R.S. România este favorabil avalanșelor. El este dominat de lanțul Carpaților care se caracterizează prin altitudini cuprinse, pentru majoritatea culmilor, între 1 000 și 1 500 m, un accentuat grad de fragmentare (căreia îi corespunde o bogată rețea hidrografică) și o energie de relief mare. Altitudinea de 2 500 m este depășită doar de câteva vîrfuri, ceea ce plafonează, ca amplitudine și intensitate, avalanșele din R. S. România sub nivelul celor din Elveția și Austria.

În lanțul Carpaților Orientali, avalanșele sînt localizate îndeosebi în Munții Maramureșului, Rodnei, Căliman, Ceahlău, Bucegi și Leaota, unde energia maximă a reliefului depășește 1 000 m.

În lanțul Carpaților Meridionali, altitudinile mai mari de 2 000 m sînt depășite de numeroase vîrfuri. Energia maximă a reliefului, pusă în evidență prin curba de 1 000 m, caracterizează blocurile masive ale Făgărașului, Parîngului, Godeanului, Retezatului, Țarcului etc. În plus, datorită structurii lor litologice (în majoritate șisturi cristaline), Carpații Meridionali au panta medie mai mare decît Carpații Orientali și Munții Apuseni. Datorită acestor caracteristici, aici se formează cele mai frecvente și mai puternice avalanșe din țara noastră.

Lanțul Carpaților Occidentali, dominat de piscuri ce nu ating 1 850 m și avînd o energie de relief care doar în mod insular depășește 1 000 m, comparat cu celelalte două lanțuri ale Carpaților, este în măsură mai mică afectat de avalanșe.

Factorii climatici din sezonul de iarnă, specifici zonelor muntoase din țara noastră, sînt în general favorabili formării avalanșelor. Examinarea de fond a condițiilor în care iau naștere avalanșele necesită cunoașterea regimului precipitațiilor, a temperaturilor și a vînturilor, precum și a stratigrafiei cîmpului de zăpadă și a caracteristicilor fizico-mecanice ale acesteia.

Din cauza lipsei observațiilor și a studiilor sistematice, în special în cazul altitudinilor mari ale crestelor munților și ale golurilor de munte, în prezent nu se pot face decît unele aprecieri referitoare la geneza și dinamica avalanșelor din zona altitudinală superioară a munților din țara noastră.

Prima zi cu *strat de zăpadă* se situează, pentru culmile munților în jurul datei de 10 octombrie iar ultima în jurul datei de 20 aprilie ⁽³⁰⁾.

Stratul de zăpadă crește în general pînă la sfîrșitul iernii, cînd atinge valoarea cea mai mare și descrește repede la începutul primăverii, perioadă în care se înregistrează cele mai numeroase avalanșe cu zăpadă coezivă.

În declanșarea avalanșelor interesează atît valoarea medie zilnică, cît și valorile maxime ale stratului de zăpadă.

Spre exemplu, pentru vîrfurile Omul, grosimea medie decadică a stratului de zăpadă, în intervalul 1926—1955, depășește 50 cm la începutul lunii ianuarie, atinge maximul în luna martie (115,7 cm în decada II-a) și coboară sub 50 cm în luna mai.

Pentru același interval de timp, media grosimilor maxime decadice ale stratului de zăpadă depășește 50, cm la începutul lunii decembrie, atinge valoarea de 148,8 cm în prima decadă a lunii martie și coboară sub 50 cm în luna mai.

Dacă se admite că grosimea minimă a stratului de zăpadă capabil să dea naștere la avalanșe este, de 50 cm ⁽³¹⁾, rezultă că în lunile decembrie-aprilie pe culmile înalte ale Bucegilor, este posibil să aibă loc avalanșe. Grosimea stratului de zăpadă descrește în general cu micșorarea altitudinii, iar durata sa în timp variază în funcție de latitudine, altitudine, expoziție, curenții de aer, etc.

Regimul *temperaturilor aerului atmosferice* în perioada cu strat de zăpadă este de natură să faciliteze sau să oprească declanșarea avalanșelor. În timp ce coborîrea temperaturii mărește compacitatea și coeziunea stratului de zăpadă, reducînd astfel posibilitatea formării avalanșelor, creșterea temperaturii are un efect contrar.

În anumite situații este posibil totuși ca declanșarea avalanșelor să fie rezultatul coboririi temperaturii, datorită formării orizontului inferior de cristale — cupă, cu o frecare minimă între ele (24).

Deosebit de favorabile formării avalanșelor, sînt oscilațiile temperaturii aerului în jurul lui 0°C, în condițiile existenței stratului de zăpadă pe pante mari. Creșterea temperaturii peste 0°C are ca efect topirea parțială a zăpezii, umectarea suprafeței de bază, reducerea frecării și deci micșorarea stabilității stratelor de zăpadă. Coborirea temperaturii, atunci cînd orizontul superior al stratului de zăpadă este topit, duce la formarea unei oglinzi de gheață, care nu mai poate reține prin frecare zăpada depusă ulterior.

Parte din avalanșele care s-au produs în anii 1963 și 1964 au fost declanșate de căderea unor ploi, peste stratul de zăpadă, în urma încălzirii de scurtă durată a atmosferei.

Creșterea greutateii maselor de zăpadă și în special umectarea suprafeței de sprijin prin infiltrarea apei pînă la nivelul solului, au avut ca efect formarea avalanșelor.

Cel de al treilea factor climatologic care interesează sub raportul producerii avalanșelor este *vîntul*. Rolul său este foarte important în ceea ce privește dirijarea depunerilor de zăpadă, consolidarea stratelor de zăpadă sau punerea lor în mișcare. Efectul maxim al vîntului, asupra modului de depunere a zăpezii și a stabilității stratelor de zăpadă, se resimte în golurile de munte, lipsite de vegetație forestieră. Pentru vîntul Omul, direcția vînturilor dominante, în perioada octombrie-mai, pe un interval de 14 ani (1941—1955), este dinspre VNV⁽³⁰⁾ viteza maximă, pentru această direcție fiind de la 7 la 10 m/s. Datorită acestui fapt, numeroase avalanșe, din golul alpin, al Bucegilor, se produc pe versanții sub vînt, respectiv avînd expoziția E—SE, în urma apariției formațiilor de cornișă.

Repartiția altitudinală, compoziția, structura și vîrsta *pădurilor* în cazul unui masiv montan, au o importanță esențială în geneza și evoluția avalanșelor.

Limita superioară altitudinală a pădurilor din R. S. România este foarte variabilă datorită în special extinderii artificiale a pășunilor atîngînd spre exemplu în Carpații Meridionali 1 700—1 800 m. Ceea ce prezintă importanță în prevenirea fenomenelor de avalanșă nu sînt însă arborii izolați și piperniciți care pot fi întîlniți la această altitudine, ci arboretele închegate, suficient de viguroase pentru a putea să reziste avalanșelor. Datorită condițiilor naturale nefavorabile la care s-a adăugat pășunatul, pădurile de limită nu corespund în general sub acest aspect și ele sînt adesea distruse de avalanșele puternice (așa cum se întîmplă în munții Făgăraș).

În ceea ce privește compoziția, rășinoasele cu frunză persistentă au unele avantaje în prevenirea formării avalanșelor asupra foioaselor; ori golurile alpine din țara noastră (în munții înalți) — sînt limitate de brîul pădurilor de rășinoase, ceea ce constituie un aspect pozitiv în ansamblul factorilor naturali care condiționează formarea avalanșelor. Introducerea rășinoaselor în arboretele de foioase va ridica capacitatea acestora de prevenire a formării avalanșelor.

Elementul cel mai important al vegetației forestiere — sub aspectul declanșării avalanșelor — este consistența. Existența avalanșelor în cuprinsul fondului forestier este în strînsă dependență de consistența pădurilor respective. Prin măsurile generale preconizate în vederea refacerii pădurilor, a introducerii rășinoaselor în foioase, a împlinirii consistenței lor, se aduce un aport substanțial la prevenirea formării avalanșelor.

IV. CLASIFICAREA AVALANȘELOR

Pînă în anul 1963 avalanșele din R. S. România nu au făcut obiectul unor studii speciale și în consecință, o clasificare sistematică a lor, la data actuală, este prematură.

Cu titlul orientativ se dă în tabelul 1, clasificarea avalanșelor pe baza observațiilor făcute în unele bazine hidrografice din munții Maramureșului, Rodnei, Lotrului și Făgăraș.

Criteriile principale ale clasificării sînt microrelieful zonei de alimentare și a culoarului avalanșei, dimensiunile conului avalanșei, prezența sau lipsa vegetației forestiere etc. Clasificarea se referă numai la avalanșele de zăpadă coezivă; avalanșele de zăpadă afînată, prăfoasă, se situează în general în zona alpină, au o frecvență mai redusă și nu au fost studiate în cadrul acestei lucrări.

V. AMPLOAREA AVALANȘELOR ÎN R. S. ROMÂNIA

În zona alpină, în golurile din munții noștri și în pădurile rărite din regiunile muntoase, există numeroase culoare de avalanșe pe care anual, sau o dată la cîțiva ani se scurg avalanșe.

Dacă se iau în considerare masele de zăpadă transportate, frecvența în timp și puterea avalanșelor din munții noștri, acestea se situează la nivelul avalanșelor mici și mijlocii din Alpi și Caucaz.

Altitudinile cele mai coborîte la care au ajuns conurile avalanșelor sînt de aproximativ 400—500 m.

Pantele minime pe care se produc avalanșe, sînt de ordinul a 30—40%, dar cele mai multe avalanșe se declanșează pe pante mai mari de 60%.

Avalanșele care iau naștere în cadrul zonei forestiere, fac parte în majoritatea lor din categoria avalanșelor cu zăpadă coezivă și umedă, superficiale sau de fund. Conurile acestor avalanșe măsoară în general între 500 și 5 000 m³ și nu depășesc 20 000—30 000 m³, dar s-au înregistrat și avalanșe care au transportat peste 50 000—100 000 m³ de zăpadă¹.

Perioada de timp în care se produc cele mai frecvente avalanșe este ianuarie — martie, cînd depozitele de zăpadă ating grosimea maximă și vremea începe să se încălzească.

¹ Avalanșele de pe Stoinicioara (sub vîrfurile Cîrja) și de pe Aușelul (sub vîrfurile Șurianu) în anul 1964 (32).

Clasificarea avalanșelor de zăpadă coezivă din R. S. România

Tipul	Culoarul avalanșei (zona de concentrare și de scurgere)	Subtip nr.	Zona de alimentare a avalanșei	"Conul" avalanșei (zona de acumulare a avalanșei)
I.	Versanți mai mult sau mai puțin plani, eventual cu mici schimbări de pantă și onduiații după curba de nivel, cu pante în general mai mari de 60% (excepțional 30—60%)	1	Aceeași cu zona de concentrare și scurgere. Banda lată de 5—30 m și mai mult în interiorul pădurii, orientată aproximativ pe linia de cea mai mare pantă. Este acoperită cu sol, mai mult sau mai puțin înterbat, uneori cu grohotiș și stincă la suprafață, fără vegetație forestieră. Stratul de zăpadă se rupe la schimbări de pantă iar lateral, la liziera pădurii; zăpadă se poate colecta și de pe benzi laterale din pădure, care converg spre culoarul principal.	Zăpada se depune sub forma unei prizme la baza taluzului. Înălțimea maximă a depozitului este de 2—5 m, lungimea frontului fiind de până la două ori lățimea culoarului. Prin unirea maselor de zăpadă scurse pe culoare vecine, se creează depozite cu lungimi mari.
		2a	<i>In zona forestieră</i> Aceeași ca zona de concentrare și scurgere. Versanți sub formă de evantai (deschiderea maximă în amonte) sau de dreptunghi (cearșaf), în terenuri fără vegetație forestieră sau cu pădure rară. Delimitarea laterală a zonei se realizează prin mici culmi convergente, în evantai, sau orientate pe linia de pantă maximă, sau de liziera pădurii. Uneori apar depozite de grohotiș.	Zăpada se depune sub forma unei prizme de 2—5 m înălțime și un front lung de 20—100 m și mai mult.
		2b	<i>In zona alpină sau în zona alpină și în zona forestieră</i> Forma terenului și delimitarea zonei ca la 2 a. În general la suprafața terenului există grohotiș sau stincă. În unele cazuri solul este acoperit de mușchi, Rhododendron sp., și la limita inferioară de anin verde.	Ca la 2a. În unele situații avalanșa nu ajunge la ritul emisar și se oprește la limita pădurii dacă aceasta este într-un stadiu de dezvoltare avansat și suficient de deasă spre a nu permite formarea de culoare. Avalanșa transportă de regulă și materiale solide (bolovani).

(Tabelul 1 continuare)

Tipul	Culoarul avalanșei (zona de concentrare și de scurgere)	Subtip nr.	Zona de alimentare a avalanșei	„Conul” avalanșei (zona de acumulare a avalanșei)
II.	Ondulație (depresiune) orientată pe linia de panta maximă de forma unei albușuri de mică adâncime, fără apă permanentă. În general este acoperită cu sol mai mult sau mai puțin schielet, uneori în parte erodat; în unele cazuri stîncă la zi.	1.	Aceeași cu zona de scurgere. În general în zona forestieră, în interiorul pădurii.	Conul avalanșei se desfășoară pe 30—40 m la baza versantului; înălțimea frontului avalanșei este de 3—4 m.
		2	Aceeași ca la II ₁ la care se adaugă de o parte și de alta benzi late de cîțiva zeci de metri, din versanții adiacenți.	Zăpada se depune sub forma unei prizme, lungimea frontului fiind de 30—100 m cu înălțimea maximă de 3—4 m.
		3	Aceeași ca la II ₂ la care se adaugă versanții în evantai la obârșie, de întindere relativ redusă (circa 0,1...0,3 ha)	Ca la II ₂
III.	Jgheab, ravenă sau albie de pîrîu de munte, cu pantă mare (30—100% și mai mult) cu maluri în general foarte rezezi sau abrupte, mai mult sau mai puțin stîncose (în special în treimea inferioară). Lățimea culoarului (patul albiei și malurile) de ordinul a 10—30 m. Pe albie se află uneori bolovani proveniți din maluri de pe versanți. În majoritatea cazurilor apă permanentă.	1a	Aceeași cu culoarul. Energie de relief relativ redusă (de ordinul a 100—300 m). <i>În zona forestieră</i>	Depozitul de zăpadă sub formă de piramidă, sau con cu înălțimi ce pot ajunge la 4—10 m. Lungimea frontului 20—40 m. Uneori se transportă și aluviuni.
		1b	Aceeași, cu culoarul, la care se adaugă versanții adiacenți delimitați lateral de pădure deasă sau de culmi. Energia de relief circa 200—500 m. Spre partea superioară, uneori malurile sînt în continuarea versanților. Cu sau fără caracter torențial.	Idem III la Transport frecvent de bolovani. Lungimea frontului de 20—150 m.

(Tabelul 1) continuare

Tipul	Culoarul avalanșei (zona de concentrare și de scurgere)	Subtip nr.	Zona de alimentare a avalanșei	"Conul" avalanșei (zona de acumulare a avalanșei)
		Ic	Ca la III ₁ b la care se adaugă versanții în evantai la obârșie cu pădure rară, parchete exploatate sau pășuni instalate pe sol forestier. Cu sau fără caracter torențial. Energie de relief mare: 200—500 m și mai mult.	Idem III ₁ b
		2	<i>In zona alpină sau în zona alpină și în zona forestieră</i> (în general culoarul pătrunde în zona forestieră). Zona de alimentare este constituită din culoar și din versanți situați de o parte și de alta, precum și la obârșia culoarului. Zona de alimentare are forma de carte deschisă. De evantai sau de căldare. Parte din suprafață cu stîncă la zi. Porțiunile cu sol sînt acoperite cu graminee, mușchi, tufe de Rhododendron, Vaccinium, anin verde (la marginea inferioară). Frecvent, depozite de grobotișuri. Panta de circa 80—100% și mai mare; energie de relief mare (circa 400—700 m și mai mult).	Depozite de zăpadă de forma unei piramide sau con, avînd un front de 50—200 m și înălțimi de 5—10 m. Depozite de materiale solide (botovani, blocuri etc.) depuse haotic în mormane.

În anul 1963 s-au format numeroase avalanșe pe versantul sudic al Carpaților Meridionali, în bazinele văilor Luncovăț, Bistricioara, Recea, Olănești, Lotru, Uriei, Rîul Vadului, Argeș, Vîlsan, Rîul Doamnei, Brațtia, Dîmbovița ș.a. În bazinul Lotrului, frecvența avalanșelor a fost deosebit de mare. Au fost blocate în numeroase puncte drumul principal și calea ferată forestieră Brezoi-Voineasa, 28 drumuri forestiere laterale și două ramificații de cale ferată. În anul 1964, centrul de greutate al avalanșelor din zona forestieră, s-a situat în Munții Maramureșului. În bazinul Vișeuului (bazinele Ruscova, Vasser etc.) au avut loc peste 150 avalanșe care au ajuns în apropierea drumurilor și căilor ferate forestiere. În același an, peste 30 avalanșe au întrerupt circulația pe drumurile forestiere de pe versantul sudic al munților Rodnei, în bazinele văilor Rebra, Cormaia, Cobășel etc. Tot în anul 1964 au fost identificate circa 20 culoare de avalanșe în bazinul Valea Iadului afluent al Crișului Repede.

Avalanșele care se formează în golurile de munte periclitează în măsură mai mare sau mai mică pădurea. Unele amenajamente forestiere au consecutat culoarele de scurgere a acestor avalanșe și subparcelele în care vegetația forestieră este expusă avalanșelor. Din aceste amenajamente, rezultă că 29 unități de producție din raza a 14 ocoale silvice, totalizînd 235 unități amenajistice și o suprafață de circa 2000 ha, sînt afectate de avalanșe. Altitudinea maximă a acestor unități este cuprinsă între 1000 și 1250 m în 25 u.a., între 1250 și 1500 m în 75 u.a., între 1500 — 1750 m în 102 u.a. și peste 1750 m în 33 u.a.

VI. CLASIFICAREA ȘI ASIGURĂRILE DE CALCUL ALE LUCRĂRILOR PARAVALANȘE

Plecînd de la clasificarea propusă de G a r a v e l (*), lucrările de combatere a avalanșelor au fost grupate în două categorii: lucrări de protecție activă și lucrări de protecție pasivă; la rîndul lor acestea au fost divizate după natura, funcțiunea, amplasamentul și structura constructivă a lucrărilor.

Lucrările de protecție activă contra avalanșelor, au funcțiunea de a reține și stabiliza zăpada pe locul de cădere, împiedicînd astfel deplasarea maselor de zăpadă și formarea avalanșelor. Principalele tipuri de lucrări de protecție activă se dau în tabelul 2.

Lucrările de protecție pasivă contra avalanșelor, au funcțiunea de a devia, frîna sau opri avalanșa în mișcare, suportînd într-o măsură mai mare sau mai mică șocul acesteia.

Principalele tipuri de lucrări de protecție pasivă se dau în tabelul 3.

— Proiectarea judicioasă a lucrărilor de combatere a avalanșelor, reclamă o dimensionare diferențiată a acestora.

Principalele tipuri de lucrări de protecție activă

A. Plantații forestiere
B. Construcții

	1. Lucrări deflectoare și de stabilizare a zăpezii	Garduri deflectoare Panouri de eroziune (Kolkafel)
Lucrări masive (nepenetrabile)	— Suprafața de sprijin perpendiculară pe teren — — Suprafața de sprijin verticală — — Suprafața de sprijin orizontală —	Ziduri cu rambleu normal la teren — — Ziduri cu parament amonte vertical — — Terasse de pământ —
— Suprafața de sprijin perpendi- culară pe teren — — Suprafața de sprijin verticală — — Suprafața de sprijin cu diverse în- clinări — — Suprafața de sprijin orizontală —	— Bare perpendi- culare pe teren — — Bare orizontale — — Bare verticale — — Bare orizontale — — Capre (cabrettes) —	Greble (Râtelier) — Platforme pentru zăpadă (Claies) — Garduri cu elemente verticale — Garduri cu elemente orizontale —
Lucrări penetrabile (spații pline și goluri) din elemente de construcție	— Suprafața de sprijin orizontală — — Suprafața de sprijin rigidizată — — Suprafața de sprijin laxă (des- tinsă) —	Balcoane de zăpadă (Balcons de nei- ge). — Platformă din împletitură metalică — Gard din plasă de sîrmă —
Lucrări din plase metalice	— Perpendiculară pe teren — — Verticală —	—
2. Lucrări de stabilizare a zăpezii	—	—

Principalele tipuri de lucrări de protecție pasivă

Nr. crt.	Tipul de lucrare	Funcțiunea	Locul de amplasare
1	Dig de pământ, lemn, zidărie, beton etc.	Oprirea avalanșei	La limita zonei de acumulare
		Devierea traseului avalanșei	De la ieșirea din culoar pînă în zona de acumulare
2	Epiu (din lemn, zidărie, beton etc.)	Modificarea traseului avalanșei	În apropierea lucrării de apărut sau în porțiunea inferioară a culoarelor largi.
3	Acoperiș-trambulină, galerii-trambulină, tuncel	Modificarea traseului avalanșei (în plan vertical)	Lîngă obiectivul de apărut
4	Conantiavalanșe, dinți de frînare, turn anti-avalanșă	Modificarea traseului și frînarea mișcării	Pe versanți, în locuri de mișcare a avalanșei, la terminația culoarului și în zona de acumulare
5	Baraje cu goliri, baraje cu creneluri, baraje filtrante.	Frînarea mișcării și oprirea avalanșei.	Pe alpii — culoare de avalanșe.
6	Rețele din cabluri	Frînarea mișcării și oprirea avalanșei.	Pe alpii — culoare de avalanșe.

Adoptînd procedeul folosit în clasificarea construcțiilor hidrotehnice, construcțiile paravalanșe se pot clasifica pe clase de importanță.

Criteriile după care s-a efectuat clasificarea sînt:

1. Importanța economică și socială a obiectivului care necesită apărare.
2. Durata de funcționare a lucrării în sistemul de protecție.
3. Funcțiunea pe care o are lucrarea respectivă în sistemul de protecție.

Obiectivele care necesită protecția au fost clasificate în patru categorii, în prima categorie fiind trecute obiectivele cele mai importante iar în ultima categorie, obiectivele de importanță minimă.

Sub raportul *duratei de funcționare*, lucrările au fost împărțite în două grupe: lucrări cu o durată mai mare de 10 ani și lucrări cu o durată mai mică de 10 ani.

Durata poate fi determinată fie de rezistența lucrării, fie de perioada de timp în care este necesară protecția obiectivului.

După *funcțiune*, construcțiile paravalanșe au fost împărțite în două categorii: construcții de apărare directă (protecție pasivă) și construcții de oprire a formării avalanșei (protecție activă).

Pe baza criteriilor de mai sus, construcțiile paravalanșe au fost încadrate în cinci clase de importanță, conform tabelului 4.

Clasele de importanță ale construcțiilor paravalanșe

Durata de funcționare	Funcțiunea lucrării	Categoria de importanță a obiectivului			
		1	2	3	4
		Clase de lucrări			
A. — Peste 10 ani	Protecție pasivă	I	II	III	III
	Protecție activă	II	III	III	IV
B. — Sub 10 ani	Protecție pasivă	III	III	IV	IV
	Protecție activă	III	IV	IV	V

VII. LUCRĂRI DE COMBATERE A AVALANȘELOR INDICATE A FI APLICATE ÎN CONDIȚIILE ȚĂRII NOASTRE

Lucrările folosite în combaterea unei avalanșe amplasate în limitele bazinului avalanșei, coordonate sub raport funcțional, constituie sistemul de protecție contra avalanșei.

În ansamblul acestor lucrări, pădurea se situează pe primul loc, sub raportul eficienței tehnico-economice, avînd un efect multiplu asupra zăpezii și avalanșelor.

În primul rînd arborii, atunci cînd sînt suficient de deși, reprezintă cel mai sigur mijloc de stabilizare și de ancorare a stratului de zăpadă.

În al doilea rînd, prin atenuarea vitezei și presiunii vîntului în pădure, se elimină unul din factorii care pot declanșa avalanșa.

În al treilea rînd, prin retenția în coronanța a unei cantități apreciable de zăpadă, se micșorează corespunzător grosimea stratului de zăpadă de la sol, element important în formarea avalanșei.

În fine, prin reducerea amplitudinii variațiilor termice, diurne și pe perioade mai mari, se limitează gama transformărilor structurale ale stratului de zăpadă, care favorizează declanșarea avalanșei.

Dar, instalarea vegetației forestiere pe terenurile goale, măturate de avalanșe, este extrem de greu de realizat, atît în cazul culoarelor existente în pădure cît și al golurilor de la limita superioară a pădurii. Atît într-un caz cît și în altul, în general solul este erodat sau lipsește, iar plantațiile tinere sînt expuse în permanență a fi distruse de către avalanșe. În plus, în culoarele din pădure, plantațiile sînt insuficient luminate, iar în golurile de la limita altitudinală, intervine complexul factorilor ostili dezvoltării vegetației forestiere: vînturi puternice, geruri mari, insolație excesivă, temperatură medie coborîtă etc.

Instalarea vegetației forestiere în aceste condiții, presupune în majoritatea cazurilor, executarea prealabilă a construcțiilor de oprire formării avalanșelor și adesea chiar împrejmuirea terenurilor respective.

Dintre speciile forestiere, folosite la împădurirea terenurilor afectate de avalanșe în Elveția, Austria și Franța și care pot fi utilizate în țara noastră, menționăm: laricele (*Larix decidua* Mill), molidul (*Picea abies* (L) Karsten), pinul cembra (*Pinus cembra* L.), *Pinus montana* Mill. ssp. *uncinata* Willk., pinul silvestru (*Pinus silvestris* L.), scorușul pășăresc (*Sorbus aucuparia* L.), plopul tremurător (*Populus tremula* L.), fagul (*Fagus sylvatica* L.) etc.

Specii ca pinul de munte (*Pinus mugo* Turra) și aninul verde (*Alnus viridis* Chaix (Lam. et D.C.), deși se dezvoltă bine la limita superioară a vegetației forestiere, nu sînt indicate pentru împădurirea terenurilor afectate de avalanșe, datorită elasticității și formei lor tîrîtoare, care nu sînt de natură să oprească avalanșele, ci pot avea chiar un efect contrar.

Tehnica de executare a plantațiilor, desimea culturilor și formulele de împădurire (cu utilizarea speciilor principale și de amestec indicate mai sus) nu diferă de cele aplicate în cazul terenurilor degradate, cu mențiunea că pentru a se realiza în minimum de timp o plantație viguroasă, cît mai rezistentă la mișcarea zăpezii, se recomandă folosirea puieților în vîrstă de 3—4 ani.

În ceea ce privește construcțiile paravalanșe, se indică a fi utilizate în special greblele (râtiliers) și platformele pentru zăpadă (claiies) dintre lucrările de protecție activă și barajele filtrante, epiurile, dinții de frînare, semibolțile etc. dintre lucrările de protecție pasivă.

Greblele și platformele pentru zăpadă pot fi construite din lemn de larice, stejar, pin, din șine de cale ferată, tuburi de oțel etc. pe fundații de beton.

Tipurile de lucrări ca rețelele din plasă de sîrmă sau din cabluri de oțel, deși sînt eficiente, necesită materiale de construcție dirijate și o tehnică specială de execuție, ceea ce le restrînge mult aplicabilitatea.

VIII. DIMENSIONAREA CONSTRUCȚIILOR PARAVANȘE

Construcțiile de combatere a avalanșelor se dimensionează în funcție de condițiile în care sînt amplasate și de sarcinile care le solicită.

În ceea ce privește lucrările de stabilizare a zăpezii care se amplasează în zona de alimentare a avalanșei, au fost elaborate „Directive de calcul“ de către „Institutul Federal pentru studiul zăpezii și al avalanșelor“ din Davos — Elveția [31].

Înălțimea lucrărilor se adoptă în funcție de înălțimea extremă a zăpezii. La calculul acesteia, se ia în considerare cea mai mare înălțime a zăpezii, din șirul valorilor maxime anuale ale înălțimii stratului de zăpadă, din perioada în care s-au făcut măsurători.

Procedînd în acest mod, pe de o parte va interveni în dimensionarea lucrărilor un factor variabil — numărul de valori maxime anuale, de care dispunem, număr care poate fi mai mic sau mai mare, în funcție de perioada în care s-au făcut măsurători — iar pe de altă parte, nu se vor putea diferenția lucrările, sub raportul dimensionării, în funcție de importanța lor.

Pentru a se înlătura această deficiență s-a propus ca înălțimea extremă a zăpezii să se calculeze la diverse asigurări, respectiv la diverse probabilități de depășire $p\%$, în funcție de clasele de importanță ale lucrărilor.

Acest calcul se face în modul următor:

— valorile maxime anuale ale înălțimii stratului de zăpadă, se ordonează într-un șir descrescător;

— se calculează asigurarea fiecărui termen, cu formula empirică:

$$p\% = \frac{i-0,3}{n+0,4} \cdot 100 \quad (1)$$

în care „ i ” este numărul curent al termenului respectiv în șirul descrescător, iar „ n ” numărul termenilor șirului;

— se raportează într-un sistem de axe rectangulare gradate după scara probabilităților în abscisă și după scara logaritmică în ordonată, valorile înălțimilor stratului de zăpadă la asigurările respective. Prin unirea acestor puncte rezultă o curbă aplatizată, apropiată de o dreaptă;

— se prelungește curba obținută și în dreptul asigurării $p\%$ necesare, se citește valoarea aproximativă a înălțimii de calcul a stratului de zăpadă.

Pentru a se efectua calculul înălțimii asigurate a stratului de zăpadă, este necesar ca numărul termenilor din șirul statistic să fie cât mai mare (în general peste 15).

Asigurările de calcul ale stratului de zăpadă se dau în tabelul 5.

Barajele paravalanșe și celelalte lucrări de protecție pasivă, au făcut în măsură mai mică decât lucrările de protecție activă, obiectul unor preocupări privind calculul și proiectarea ².

Dimensionarea barajelor paravalanșe poate fi efectuată după regulile din statica construcțiilor, dacă se precizează sarcinile care acționează asupra acestor lucrări.

Examinînd condițiile în care funcționează barajele paravalanșe rezultă că ele pot fi solicitate de forțele: greutatea lucrării, presiunea pămîntului, presiunea statică și dinamică a zăpezii etc.

Presiunea statică maximă a zăpezii corespunde stratului de zăpadă de înălțime egală cu barajul, la care se adaugă grosimea stratului de zăpadă ce deversează peste baraj.

Presiunea dinamică a zăpezii (presiunea de stagnare) depinde de înălțimea frontului avalanșei și de viteza acesteia. Dacă frontul avalanșei este mai mic decât înălțimea liberă a barajului și dacă avalanșa se fragmentează succesiv (ipoteza dr. J. M. Ayerbe y Vallés), este necesar să se ia în considerare combinația cea mai defavorabilă dintre presiunea statică, determinată de stratul de zăpadă existent în amonte barajului la sosirea avalanșei, respectiv de stratul de zăpadă provenit din fragmentarea și reținerea de către baraj a unei părți a masei avalanșei și de presiunea dinamică cauzată de tronsonul avalanșei care se deplasează deasupra fragmentului reținut de baraj.

² Se menționează Dr. J. M. Ayerbe y Vallés, pentru procedeul de dimensionare a barajelor paravalanșe (²) și L. Garavel pentru indicațiile referitoare la dimensiunile zidurilor paravalanșe (³).

Asigurarea de calcul p % a înălțimii extreme a zăpezii H, în funcție de clasa de importanță a lucrării

Clasa de importanță a lucrării, conform tabelului 4	I	II	III	IV	V
Asigurarea de calcul p% a lui H	1	2	3	4	5

Forța corespunzătoare presiunii statice a zăpezii (W_H), pe paramentul amonte normal pe teren al barajului, se calculează cu relația:

$$W_H = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2, \text{ în tf/m} \quad (2)$$

unde:

γ este greutatea specifică aparentă a zăpezii (tf/m³) iar H este grosimea depozitului de zăpadă din bieful amonte al barajului (m).

Greutatea specifică aparentă a zăpezii poate fi determinată prin măsurători. Ca valoare aproximativă, medie pe înălțimea lucrării, se poate adopta $\gamma = 0,4 - 0,5$ tf/m³.

Forța corespunzătoare presiunii dinamice a zăpezii W_{din} , se poate calcula, prin analogie cu fenomenul de stagnare la fluide cu relația:

$$W_{din} = \xi \cdot \frac{Q}{2g} \cdot \gamma \cdot V \cdot (1 - \cos \beta) \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

unde:

ξ este coeficientul de formă nivodinamic al paramentului amonte

Q — debitul curentului de zăpadă, în m³/s

γ — greutatea specifică aparentă a zăpezii, în tf/m³

V — viteza medie a zăpezii, în m/s

β — înclinarea axei barajului față de axul avalanșei

α — înclinarea paramentului barajului față de normala la patul albiei.

Dacă se consideră o fișie lată de 1 m din suprafața secțiunii transversale a masei de zăpadă în mișcare de înălțime h și se admite $\beta = 90^\circ$ și $\alpha = 0^\circ$ relația (3) devine:

$$W_{din} = \gamma \cdot h \cdot \frac{V^2}{2g}, \text{ în tf/m} \quad (4)$$

Calculul presiunii dinamice a avalanșei necesită cunoașterea valorilor h și V din relația (4)

Înălțimea h a frontului avalanșei poate fi dedusă după urmele lăstate anterior pe culoarul respectiv. Valoarea orientativă a vitezei avalanșei, poate fi obținută prin calcule, ca în cazul fluidelor, ținând seama de rugozitatea și panta albiei și de înălțimea frontului avalanșei; informativ, pentru condițiile din țara noastră, se indică pentru viteza avalanșelor valori de ordinul a 10—20 m/s.

Coeficienții de siguranță la răsturnare Kr și la alunecare Ka

Clasa de importanță a lucrării	I	II	III	IV	V
Coeficientul de siguranță la răsturnare Kr	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5
Coeficientul de siguranță la alunecare Ka	1,5	1,4	1,3	1,25	1,2

Stabilitatea și rezistența barajului urmează a fi calculate față de ansamblul forțelor care, acționând concomitent, dau cel mai mare moment derăsturnare și cea mai mare rezultantă paralelă cu patul albiei.

Coeficienții de stabilitate se propun în mod diferențiat după clasa de importanță a lucrării.

IX. CONSIDERAȚII FINALE

O dată cu intensificarea activității în zonele afectate de avalanșe, drept urmare a extinderii rețelei de drumuri și a exploatărilor forestiere, a amenajării hidroenergetice a bazinelor hidrografice montane, a dezvoltării turismului și a sporturilor de iarnă etc., prejudiciile aduse de avalanșe vor fi din ce în ce mai mari.

Pentru a se reduce la minimum consecințele avalanșelor, este necesar ca din timp, să se ia măsuri de prevenire a formării și de combatere a avalanșelor în punctele mai importante.

Încă din anul 1963 D G S E I L a trasat sarcină ocoalelor silvice să inventarieze culoarele avalanșelor care interceptează căile de transport forestiere [29]; este necesar ca inventarierea să se extindă asupra tuturor avalanșelor din zona forestieră, inclusiv asupra acelor care afectează numai pădurea.

Ținând seama de rolul deosebit pe care îl are vegetația forestieră în prevenirea formării și în lupta contra avalanșelor, este necesar ca:

— zonele de alimentare și culoarele avalanșelor din fondul forestier să se planteze;

— exploatarea pădurilor, în bazinele afectate de avalanșe, să se execute cu luarea măsurilor de împiedicare a formării avalanșelor (exploatarea pădurii în benzi pe curba de nivel etc.);

— să se extindă vegetația forestieră, pînă la limita naturală, în punctele în care se formează în mod frecvent avalanșe;

— să se execute construcții paravalanșe în zonele în care altfel nu este posibilă instalarea vegetației forestiere (în acest caz construcțiile vor avea un caracter provizoriu) și în punctele în care avalanșele aduc prejudicii importante instalațiilor de transport forestier și altor obiective.

Totodată, pentru a se aprofunda condițiile formării avalanșelor în R.S. România și a se preciza sistemele cele mai eficiente de combatere a avalanșelor în aceste condiții, este necesar să se continue cercetările începute.

BIBLIOGRAFIE

1. Anchieri, L. — La vie en montagne et les avalanches — Grenoble 1964.
2. Ayerbey Vallés — Développement des ouvrages contre les avalanches en Espagne, Atena 1964 (F.A.O.)
3. Bouverot, M. — Travaux de lutte contre les avalanches et nouveaux dispositifs mis en oeuvre à Chamonix-Mont Blanc. Revue forestière française 8—9/1962.
4. Crecy, L. de — Cadastre et statistique d'avalanches. Revue forestière française no. 1/1965.
5. Demontzey, P. — Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes — Paris Ed. II-a
6. Flaig, W. — Vnimanie Lavinen, Moskva 1960. (Lawinen — Wiesbaden 1955).
7. Frütiger, H. — Evolution du genie paravalanche en Suisse, au cours des 10 dernières années. Atena 1964 (F.A.O.).
8. Garavel, L. — Eléments pour l'étude des projets de travaux contre les avalanches. Nancy 1955.
9. Gand, H. R. in der — Proposition concernant les observations et les recherches...Atena 1964 (F.A.O.)
10. Gartska, W. A. — Snow and Snow Survey in Handbook of applied hydrology, New-York 1964.
11. Guillot, M., Grard, M. — Hydrométéorologie de la haute montagne. Bulletin de la Fédération Française d'économie montagnarde. Grenoble 1964.
12. Geschwendtner, A. — Die Lawinenverbauung am Radstädter Tauern-Allgemeine Forstzeitung 5/6—1962.
13. Hoff, J. — Über die Bedeutung, Art und Verteilung Windabhänger Bauten in Lawinenverbauung — und vorbeugung. Allgemeine Forstzeitung 5—6/1958.
14. Knazovicki, L. — Prtilovinové zabray pri zalesnovani. Lesnický casopis, Praha, 10 nr. 3/1964.
15. Kuoch, R., Federer, W. și Fries, J. R. — Construction und Einsatz von Zauntypen für Schneereiche Lagen. Davos 1964.
16. Kostin, S. I. și Pokrovskaia, T. V. — Climatologie. E. S. București 1964.
17. Mougín, M. P. — La restauration des Alpes. Paris 1931.
18. Paulcke, W. — Praktische Schnee und Lawinenkunde, Berlin 1938.
19. Peev, H. — Lavinite i gorskoto stopanslovo, Gorsko stopanstvo Sofia, 5/1961.
20. Pollak, V. — Über Erfahrungen im Lawinenverbau in Österreich. 1906.
21. Poncet, A. — Notes sur la lutte contre l'érosion et l'aménagement des bassins versants montagnards au nord de la Méditerranée. Revue Forestières Française no. 10/1965.
22. Popescu, E. N. ș.a. — Citeva considerații asupra avalanșelor ce se produc în defileul Argesului din masivul „Lia-Pleașa“ Rev. Pădurilor nr. 1/1962.
23. Stoica, C., Cristea, A. — Meteorologie generală E. T. Buc. 1958.
24. Sulzlee, C. — L'étude scientifique de la neige et la protection contre les avalanches. Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts, Nancy 1950.
25. Topor, N. — Meteorologie turistică — Editura C.C.S. 1957.
26. Tusinski, G. K. — Ledniki snejniki lavini, Sovetskogo Soiuza — Moskva 1963.
27. Rolley, J. — Nouveaux types d'ouvrage de retenue et de freinage, expérimentée en Suisse contre les avalanches. Revue Forestière Française no. 1/1955.
28. Weber, A. — Neue Methoden der Lawinenverbauung in der Pyrenäen Allgemeine Forstzeitung. Wien 11/12—1961.
29. * * * — Circulara D G S E I L-M E F-nr. 14322/1961
30. * * * — Clima Republicii Populare Române vol. I. București 1962.
31. * * * — Eidgenössisches Institut für Schnee und lawinen forschung, Weissfluchjoch-Davos. Directives pour la construction d'ouvrages permanents de stabilisation de la neige (Richtlinien für den permanenten Stützverbau) oct. 1961. (Directiivele elvețiene)
32. D G S E I L — M E F — Documentații privind avalanșele de zăpadă din iarna 1963—1964.

33. I S P F — Studii tehnice pentru combaterea avalanşelor din bazinele hidrografice Rus-cova, Wasser, Cormaia, Rebra, Valea Iadului (Şef proiect ing. Al. Apostol, Şef atelier ing. B. Alexa, proiectanţi ing. S. Puiu, N. Lazăr, I. Alexa, I. Reit, I. Lepădatu).
34. * * * — Amenajamentele U.P. din zona munţilor înalţi
35. * * * — Marea enciclopedie sovietică, vol. 39 (zăpadă) şi vol. 24 (lavine) (în limba rusă).
36. * * * — Monografia geografică a R.P. Române Bucureşti, Editura Academiei R.P.R. 1960.

UNTERSUCHUNG ÜBER LAWINEN UND MAFSNAHMEN ZU DEREN VORBEUGUNG UND BEKAMPFUNG.

Verfasser; R. GAŞPAR, S. A. MUNTEANU
Mitarbeiter: C. TRACI, C. AVRAM,
B. ALEXA, D. TEJU

Die Arbeit entstand in den Jahren 1964—1965 u. fußt auf eine Reihe von Beobachtungen, die in Rumäniens Karpaten gemacht wurden sowie auf der Fachliteratur verschiedener Länder enthaltene Angaben.

Der Auszug enthält einige Feststellungen u. Vorschläge des Forschungsteams in bezug auf:

- Bedingungen der Lawinenbildung in Rumänien.
- Einteilung von Lawinenschneebrättern in Rumänien.
- Lawinengebiete, — häufigkeit u. — gräfsenordnung in Rumänien.
- Einteilung von Lawinenstützverbaungen in Wichtigkeitsklassen.
- Für rumanische Verhältnisse angebrachte Stützverbaunungen.
- Berechnung der Höhe von Stützverbaunungen für verschiedene Wahr-scheinlichkeitsgrade.
- Bemessung von Lawinenschutzdämmen.

ÉTUDES CONCERNANT LES AVALANCHES ET LES MESURES INDIQUÉES POUR LES PREVENIR ET LES COMBATTRE

R. GAŞPAR, S. A. MUNTEANU, B. TRACI
C. AVRAM, B. ALEXA, D. TEJU

L'étude a été élaboré en 1964—1965 a l'aide des observations effectuées dans les Carpates roumains.

Le resumé publié dans ce volum, contient quelque constatations et propositions:

- les conditions de la formation des avalanches en Roumanie;
- la clasification des avalanches de neige cohésive, en Romanie;
- la distribution, la frequence et les dimensions des avalanches en Roumanie;
- la clasification, par degrés d'importance, des travaux de protection contre les avalanches;
- les travaux de lutte contre les avalanches, indiqués pour être appli-qués en Roumanie;
- le calcul de a hauteur des travaux, pour diverses probabilités;
- la determinacion des dimensions pour les barrages paravalanches.