*Ministerul Mediului şi Dezvoltării Durabile*

# Normativ din 06/10/2008

*Publicat in Monitorul Oficial, Partea I nr. 744 din 04/11/2008*

Normativ tehnic pentru lucrări hidrotehnice NTLH-001 "Criterii şi principii pentru evaluarea şi selectarea soluţiilor tehnice de proiectare şi realizare a lucrărilor hidrotehnice de amenajare/reamenajare a cursurilor de apă, pentru atingerea obiectivelor de mediu din domeniul apelor"

---

**Art. 1.** - În vederea respectării principiilor dezvoltării durabile şi, implicit, a protecţiei mediului în domeniul proiectării şi realizării construcţiilor hidrotehnice de amenajare a cursurilor de apă, se vor avea în vedere soluţii care să conducă la minimizarea afectării echilibrului ecologic.

**Art. 2.** - Echilibrul ecologic, având un caracter fundamental dinamic, se realizează prin menţinerea vitezei, profunzimii şi amplorii modificărilor aduse cursurilor de apă, în limite compatibile cu evoluţia echilibrată a mediului natural, cu capacitatea de regenerare şi autoreglare a lumii vii şi nu prin păstrarea unei stări neschimbate a naturii.

**Art. 3.** - Concepţia generală de alcătuire a construcţiilor hidrotehnice de amenajare a cursurilor de apă trebuie să respecte criteriile care minimizează afectarea echilibrului ecologic, dintre care se pot enumera:

**a)** obiectivul prioritar să fie protejarea mediului şi conservarea biodiversităţii, avându-se în vedere conservarea şi protejarea habitatelor şi speciilor de interes comunitar;

**b)** să fie lucrări de tip "elastic", capabile să suporte deformaţii mari, diferenţiate;

**c)** să permită scurgerea liberă, naturală a apelor, în special în timpul viiturilor, precum şi a gheţii, a plutitorilor sau a materialelor solide aflate în masa de apă;

**d)** să fie fundate corespunzător în terenul natural, pentru a se evita deteriorările provocate prin avansarea eroziunilor sub corpul construcţiei, inclusiv la retragerea apelor;

**e)** să evite creşterea gradului de artificializare a cursului de apă prin canalizări şi modificări ale geometriei albiilor;

**f)** să permită, pentru sectoare mari de amenajare a cursurilor de apă, realizarea etapizată a lucrărilor hidrotehnice, cu asigurarea urmăririi în timp a proceselor morfologice şi a parametrilor de performanţă ai proiectului;

**g)** proiectarea amenajărilor hidrotehnice va avea în vedere respectarea limitelor admise pentru indicatorii hidromorfologici, fizico-chimici şi biologici ai ecosistemelor acvatice, pentru îndeplinirea scopului principal de atingere a obiectivelor de mediu pe toate cursurile de apă amenajate;

**h)** abateri de la aceste criterii vor putea fi justificate numai de scopul apărării populaţiei şi/sau a unor obiective cu valoare social-economică.

**Art. 4.** - Scenariile tehnico-economice şi variantele constructive de realizare a investiţiei din cadrul studiului de fezabilitate, precum şi a intervenţiilor constructive, cu recomandarea variantei de amenajare a cursurilor de apă, se vor baza pe metodologia prezentată în anexa nr. 1.

**Art. 5.** - **(1)** Lucrările hidrotehnice de amenajare a cursurilor de apă se vor conforma prevederilor schemelor directoare de amenajare şi management al bazinului hidrografic, denumite în continuare scheme directoare, care reprezintă instrumentul de planificare strategic de gestiune a resurselor de apă în cadrul fiecărui bazin hidrografic.

**(2)** Până la data intrării în vigoare a schemelor directoare se vor aplica prevederile art. 43 alin. ($1^4$) din Legea apelor nr. 107/1996, cu modificările şi completările ulterioare, prin care schemele-cadru de gospodărire a apelor existente la data publicării legii constituie baza schemelor directoare şi îşi vor păstra valabilitatea până cel târziu la data de 22 decembrie 2009.

**(3)** Se pot admite abateri faţă de obiectivele de mediu din domeniul apelor numai în cazuri bine justificate şi respectându-se următoarele condiţii:

**a)** luarea tuturor măsurilor pentru a diminua efectele negative asupra stării corpurilor de apă;

**b)** scopul pentru realizarea unui obiectiv care alterează starea corpurilor de apă este de interes public, pentru dezvoltarea durabilă sau securitatea oamenilor, şi nu poate fi obţinut prin alte mijloace;

**c)** modificarea caracteristicilor fizice ale corpurilor de apă şi justificarea acestor modificări vor fi prezentate în planul de management, parte integrantă a schemelor directoare.

**Art. 6.** - **(1)** Analiza şi adoptarea soluţiilor constructive vor acorda o atenţie deosebită impactului socioeconomic şi ecologic al amenajării cursurilor de apă, din punctul de vedere al adaptabilităţii la dinamica morfologică a albiei, fără afectarea semnificativă a atributelor funcţionale, al materialelor de construcţie utilizate, al capacităţii de acoperire cu vegetaţie etc.

**(2)** Din punctul de vedere al adaptabilităţii la dinamica morfologică a albiei, fără afectarea semnificativă a atributelor funcţionale, se stabilesc următoarele categorii de soluţii constructive:

**a)** structuri elastice, care se pot deforma fără să se încarce cu eforturi interioare semnificative. Aceste structuri se "mulează" pe formele albiei, cu degradări minime, fiind apte să funcţioneze la parametri convenabili şi permiţând restabilirea unei stări noi de echilibru ecologic şi morfologic, ţinându-se seama de starea de echilibru dinamic în care se află în mod natural cursul de apă. Exemple tipice sunt lucrările din fascine, cea mai mare parte a gabioanelor, saltelele de diferite tipuri, protecţiile şi epiurile din piatră spartă, plasele de materiale plastice etc.;

**b)** structurile rigide care, în cursul deplasărilor şi deformaţiilor suportului, ca urmare a dinamicii morfologice a albiei, îşi schimbă poziţia prin înclinare, răsturnare, răsucire, creând spaţii libere între elemente sau între acestea şi suport, ori rupându-se pur şi simplu sub acţiunea unor eforturi pe care nu sunt capabile să le preia. Aceste structuri nu permit, în general, restabilirea echilibrului morfologic şi ecologic al albiei. Exemplele tipice sunt lucrările din beton de ciment, simplu sau armat, respectiv ziduri de sprijin, praguri, pereuri cu plăci mari, căptuşeli de protecţie a malurilor etc.;

**c)** structuri cu deformabilitate limitată, semirigide, care permit deformaţii relativ mici, fără degradări importante, dar care nu rezistă la deformaţii mari, conducând la defecţiuni similare celor ale structurilor rigide. Ele se pot adapta schimbărilor morfologice limitate, dar nu dau satisfacţie la modificări morfologice mari, datorate unor viituri excepţionale sau unor fenomene locale. Exemple: căsoaie cu structură din elemente prefabricate de beton sau lemn, gabioane cu muchii din profile metalice mari, protecţii, respectiv peree ori apărări de maluri din prefabricate de beton de dimensiuni mici sau din zidărie cu mortar, căptuşeli din beton bituminos etc.

**(3)** Din punctul de vedere al materialelor de construcţie utilizate se disting:

**a)** materiale naturale: materiale pământoase (argile, nisipuri etc.), balast, piatră spartă, anrocamente, blocuri, materiale lemnoase, vegetale etc.;

**b)** materiale artificiale: betoane, metale, materiale plastice etc.

**(4)** Structurile lucrărilor pot fi alcătuite dintr-o singură categorie de materiale, dar cel mai adesea utilizează ambele categorii, într-un număr mare de soluţii şi combinaţii. Pentru refacerea sau menţinerea unei stări de echilibru ecologic, utilizarea materialelor naturale apare ca fiind soluţia cea mai convenabilă. Materialele artificiale nu se încadrează în ciclurile naturale ale ecosistemelor, produc uneori poluare prin transformări fizico-chimice şi sunt adesea evitate de faună în alegerea habitatelor.

**(5)** Din punctul de vedere al capacităţii de acoperire cu vegetaţie care să se încadreze în ecosistem, există:

**a)** materiale şi structuri improprii dezvoltării vegetaţiei, exceptându-se eventual anumiţi muşchi, licheni sau unele specii de alge. Aceste materiale, precum betoanele, metalele, materialele plastice, anrocamentele, nu favorizează dezvoltarea ecosistemelor;

**b)** materiale care favorizează dezvoltarea unei vegetaţii perene, cu elemente de floră caracteristice ecosistemului natural sau compatibile cu acesta: materiale pământoase, balast, materiale lemnoase etc.;

**c)** materiale special concepute pentru dezvoltarea unui anumit tip de vegetaţie. Se pot da ca exemplu plasele metalice sau din mase plastice cu suspensii de bitum conţinând seminţele plantelor, covoarele conţinând, de asemenea, seminţele unor plante etc. Aceste materiale sunt integrate

în ansamblul amenajării hidrotehnice prin folosirea unor structuri şi procedee, cum ar fi: prefabricate de beton cu goluri speciale pentru vegetaţie, utililizarea unor structuri speciale din mase plastice, textile, metal etc., care să permită fixarea şi dezvoltarea vegetaţiei.

**Art. 7.** - În selectarea soluţiilor de amenajare a cursurilor de apă se vor analiza şi optimiza tipurile de amenajări, precum şi efectele primare ale acestora, constituite din:

**a)** reducerea lungimii prin rectificare;

**b)** adâncirea albiei;

**c)** fixarea albiei şi/sau a malurilor;

**d)** lărgirea albiei, care produc numeroase şi complexe efecte secundare cu impact asupra mediului.

**Art. 8.** - **(1)** Adoptarea conceptului de amenajare a cursurilor de apă "mai mult spaţiu pentru râuri" acordă o atenţie deosebită armonizării cerinţelor sociale şi economice, precum alimentarea cu apă, apărarea împotriva inundaţiilor etc., cu cerinţele de dezvoltare durabilă şi protecţie a mediului.

**(2)** Continuitatea râului şi a legăturilor sale cu lunca inundabilă se asigură prin realizarea unor habitate de tipul zonelor umede pentru conservarea florei şi faunei acvatice, atenuarea viiturilor, refacerea stocurilor disponibile ale apelor subterane, reţinerea nutrienţilor etc.

**(3)** Noile spaţii pentru atenuarea viiturilor şi pentru conservarea biodiversităţii asociate luncilor inundabile oferă condiţii de dezvoltare a ecosistemelor, pentru recreere şi turism, dar şi pentru unele activităţi economice.

**Art. 9.** - **(1)** Impactul produs de şantierul amenajării, care este, de regulă, remanent în timp, acoperă o zonă mai întinsă decât ampriza lucrărilor, putând fi resimţit la distanţe foarte mari de aceasta.

**(2)** În cazul în care impactul produs în perioada execuţiei lucrărilor este ridicat şi, în mod suplimentar, poluant, pentru lucrările de amenajare mai extinse sau la care intervin lucrări terasiere în albie se vor preciza toate măsurile necesare asigurării unui impact minim şi acceptabil asupra mediului: accesele mijloacelor mecanizate, depozitarea deşeurilor, condiţiile de verificare şi întreţinere a utilajelor etc.

**Art. 10.** - Evaluarea impactului lucrărilor de amenajare a cursurilor de apă se cuantifică prin considerarea naturii lucrărilor proiectate şi a sensibilităţii mediului, în cadrul procedurii de calcul privind "Indicii globali de evaluare a impactului hidromorfologic al amenajărilor hidrotehnice asupra mediului", prezentată în anexa nr. 2.

**Art. 11.** - Anexa nr. 3 cuprinde o aplicaţie a metodologiei pe un caz reprezentativ şi ilustrează aplicarea acestei metode, bazată pe analiza de decizie multicriterială, pe un exemplu fictiv, apropiat de situaţiile existente în practica inginerească.

**Art. 12.** - Anexele nr. 1-3 fac parte integrantă din prezentul normativ tehnic.

**ANEXA Nr. 1**
**la normativul tehnic**

METODOLOGIE
de selectare a soluţiilor de amenajare/reamenajare a cursurilor de apă
pe baza analizei de decizie multicriterială

## CAPITOLUL I
Prevederi generale

**Art. 1.** - **(1)** Prezenta metodologie are scopul de a pune la dispoziţie prevederi tehnice specifice pentru proiectarea construcţiilor hidrotehnice de amenajare a cursurilor de apă, ţinându-se seama de obiectivul de atingere a stării bune a apelor de suprafaţă sau, pentru corpurile de apă artificiale şi puternic modificate, un potenţial ecologic bun şi o stare chimică bună. În acelaşi timp aduce contribuţii la îmbunătăţirea execuţiei şi exploatării construcţiilor hidrotehnice în albii în vederea respectării principiilor dezvoltării durabile.

**(2)** Conţinutul prezentei metodologii cuprinde o succesiune de prevederi generale pentru mai buna înţelegere şi pregătire a adoptării soluţiilor de amenajare, şi respectiv, constructive ale lucrărilor hidrotehnice în albiile râurilor, precum şi prezentarea metodei de selectare a soluţiilor pe baza analizei de decizie multicriterială, împreună cu o aplicaţie pe un caz reprezentativ, prezentat în anexa nr. 3 la normativul tehnic.

**Art. 2.** - **(1)** Prezenta metodologie se adresează în mod special proiectanţilor şi decidenţilor în activitatea de proiectare, execuţie şi exploatare a construcţiilor hidrotehnice de amenajare a cursurilor de apă, dar îşi dovedeşte utilitatea şi în gestionarea ecosistemelor cursurilor de apă, ca premisă a proiectării şi funcţionării corecte a amenajărilor hidrotehnice în albii.

**(2)** Gestionarea ecosistemelor cursurilor de apă pe termen lung integrează ansamblul restricţiilor legate de menţinerea funcţionării ecologice a hidrosistemelor cu asigurarea necesităţilor raţional stabilite ale populaţiei.

**Art. 3.** - **(1)** Prezenta metodologie de analiză pe baza deciziei multicriteriale este obligatorie pentru lucrările de amenajare a cursurilor de apă care respectă cumulativ condiţiile:

**a)** lungimea proiectată a tronsonului de râu amenajat să fie mai mare de 100 m; şi

**b)** lungimea de râu artificializată după amenajare să depăşească 20% din tronsonul analizat, conform cu definirea porţiunii artificializate prezentate la subpct. 2.1 din anexa nr. 2 la normativul tehnic.

**(2)** Pentru lucrările proiectate de amenajare a albiilor care nu se încadrează în prevederile alin. (1), analiza de selectare a variantei va cuprinde:

**a)** o analiză comparativă a indicilor globali de impact de mediu a variantelor, împreună cu analiza comparativă a fiecărui factor al indicilor globali, conform prevederilor pct. 5 din anexa nr. 2 la normativul tehnic;

**b)** analize tehnico-economice în conformitate cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 28/2008 privind aprobarea conţinutului-cadru al documentaţiei tehnico-economice aferente investiţiilor publice, precum şi a structurii şi metodologiei de elaborare a devizului general pentru obiective de investiţii şi lucrări de intervenţii;

**c)** selectarea variantei de amenajare se propune de proiectant şi se aprobă de către decidentul principal, responsabil legal de aprobarea investiţiei, pe baza unei analize comparative a valorilor indicilor de impact şi componentelor acestora, precum şi a valorilor indicatorilor economici.

**Art. 4.** - Cursurile de apă şi luncile acestora integrează următoarele funcţii importante în vederea conservării ecosistemelor acvatice şi pentru asigurarea necesităţilor populaţiei:

**a)** funcţia de habitat pentru peşti, cărora le oferă condiţii optime de reproducere;

**b)** funcţia de habitat pentru păsări, mamifere, amfibieni, reptile şi o foarte diversă faună de nevertebrate;

**c)** funcţia de stocare a apei şi de reţinere a sedimentelor;

**d)** funcţia de autoepurare a apei prin stocarea şi reciclarea nutrienţilor şi transformarea poluanţilor organici şi anorganici;

**e)** funcţia de biodiversitate - pădurile de luncă de esenţe tari sunt foarte productive;

**f)** funcţia economico-socială: sursă de apă, cale de transport, materiale de construcţii, turism, recreere şi educaţie;

**g)** funcţia de cale de scurgere a apelor mari.

**Art. 5.** - **(1)** Prezenta metodologie se aplică la proiectarea lucrărilor de amenajare a cursurilor de apă în situaţia:

**a)** construcţiilor hidrotehnice noi;

**b)** construcţiilor care modifică parametrii nominali ai amenajării hidrotehnice şi la care se preconizează, ulterior modificării, schimbarea sensibilă a condiţiilor de echilibru ecologic al cursurilor de apă;

**c)** construcţiilor pentru intervenţii la lucrări existente în vederea refacerii, prin adoptarea unor soluţii modificate, cu efecte asupra mediului, faţă de soluţiile proiectate şi realizate iniţial.

**(2)** Proiectul elaborat în faza "studiu de fezabilitate" pentru variantele de amenajare studiate va conține un capitol distinct pentru tratarea selectării variantei de amenajare pe baza analizei de decizie multicriterială sau, în cazul lucrărilor de mică întindere, pe baza analizei precizate în art. 3 alin. (2).

## CAPITOLUL II
Selectarea soluțiilor de amenajare/reamenajare a cursurilor de apă
utilizând metode de decizie multicriterială

**Art. 6.** - **(1)** Selectarea soluțiilor de amenajare/reamenajare a cursurilor de apă pe baza analizei de decizie multicriterială reprezintă o metodă euristică de decizie multicriterială simplificată, derivată din metoda ELECTRE, care aduce variantele proiectate la o unitate de măsură convențional comună, denumită punctaj.

**(2)** În principiu, această metodă constă în însumarea unor note acordate variantelor analizate pe fiecare criteriu, ponderate cu importanța criteriilor, pe baza cărora se selectează varianta cu cel mai mare punctaj, respectiv varianta optimă pe ansamblul criteriilor.

**Art. 7.** - Variantele prezentate au în vedere satisfacerea unui număr cât mai mare de exigențe, iar alegerea soluțiilor trebuie să se facă analizându-se minimum două variante, la care se adaugă varianta zero - fără realizarea proiectului, potrivit prevederilor anexei nr. 2 cap. A din Hotărârea Guvernului nr. 28/2008.

### SECȚIUNEA 1
Stabilirea criteriilor şi subcriteriilor

**Art. 8.** - **(1)** Criteriile şi subcriteriile alese sunt diferite, şi anume cele relativ importante, pentru care se anticipează diferențe mari între variantele de amenajare avute în vedere, în funcție de:

**a)** tipul de mediu şi caracteristicile sale dominante: naturale, antropice, în zone urbane sau rurale, poluat ori nepoluat etc.;

**b)** tipul proiectului şi, deci, al formelor de impact dominante: poluare, ocupare de terenuri, defrişări etc.

**(2)** Criteriile alese, care coincid cu categoriile de elemente ale mediului, cu pondere şi detaliere în funcție de situație, sunt de următoarele tipuri: economie generală, economie locală, protecția ecosistemelor, starea geofizică, situația socială.

**(3)** În particular, se pot introduce criterii/subcriterii cu importanță locală, cum sunt: ocuparea terenurilor, strămutările de populație, afectarea unor rezerve geologice, afectarea peisajului, dezagremente - chiar şi temporare - pentru populație etc.

**Art. 9.** - Se limitează alegerea la 5-8 criterii, pentru stăpânirea de către decidenți a procesului de analiză, la care se adaugă criteriul fictiv "zero", mai puțin important decât toate celelalte şi care se elimină automat, evitându-se eventuala eliminare a unui criteriu ales.

**Art. 10.** - Pentru amenajări hidrotehnice ale cursurilor de apă de tipul regularizărilor de albii se propun următoarele criterii şi subcriterii:

**I.** economic:

**a)** costul de investiție şi cheltuielile actualizate de întreținere şi exploatare pe o perioadă de analiză suficientă de ani, minimum 15-30 de ani;

**b)** indicatorii de analiză economică şi financiară utilizați în documentațiile studiilor de fezabilitate, conform Hotărârii Guvernului nr. 28/2008. În acest sens este reprezentativ pentru analiză indicatorul beneficiu/cost care, pentru lucrări de apărare împotriva inundațiilor sau alte efecte negative ale scurgerii pe cursuri de apă - eroziuni de maluri, adâncirea albiei etc. -, se traduce prin pagubele evitate actualizate, raportate la cheltuielile totale actualizate;

**c)** costurile conexe: diminuarea veniturilor din turism, pescuit, sport, recreere;

**d)** costul efectelor secundare: eroziuni, prăbuşiri de maluri (afectarea gospodăriilor, terenurilor, recoltelor etc.);

**II.** social:

**a)** estetică, peisaj;

**b)** recreere, turism, sport;

**c)** calitatea apei utilizate de riverani;

**d)** protecția la ape mari a riveranilor;

**e)** regimul populației în zona riverană, respectiv restricții, circulație, stres, inclusiv la execuția lucrărilor;

**III.** ecologic:

**a)** indicele impactului global datorat soluțiilor de amenajare - IGSA - care ține seama de: caracteristicile tronsonului de albie, clasa de importanță a râului sau "rangul fluvial", intensitatea agresiunii de artificializare prin modificarea morfologiei râului, timp;

**b)** indicele impactului global datorat soluțiilor constructive - IGSC;

**c)** gradul de afectare al ecosistemelor existente, respectiv prezervare, conservare, transformare, distrugere;

**IV.** respectarea restricțiilor:

**a)** conformitatea cu Planul de amenajare a bazinului hidrografic şi cu Planul de management al bazinului hidrografic;

**b)** aprobarea zonelor "acceptate" ca inundabile la ape mari;

**c)** interdicția depăşirii exigențelor minimale aferente ariilor protejate;

**d)** interdicția afectării unor servicii publice pentru alimentări cu apă, canalizări, depozite de deşeuri menajere etc.;

**e)** interdicția afectării sau limitarea severă în intensitate şi durată a unor activități economice de importanță strategică națională care se desfăşoară în zonă.

### SECȚIUNEA a 2-a
Ierarhizarea şi stabilirea ponderii criteriilor

**Art. 11.** - Ierarhizarea şi stabilirea ponderii criteriilor se fac prin parcurgerea următoarelor etape de analiză:

**a)** decidentul/analistul compară criteriile alese c(i) (i = 1, 2, 3...m) pe perechi - făcând abstracție de restul criteriilor - şi acordă 2 puncte celui considerat - inerent subiectiv - mai important în cazul particular analizat, înscriindu-le pe coloana acestuia, respectiv coloana pe care se face adunarea punctelor. În mod firesc, în căsuța simetrică față de diagonala principală se va înscrie cifra "0";

**b)** rezultatele obținute de fiecare decident se înscriu într-o matrice. Un astfel de exemplu este prevăzut în fig. 1*);

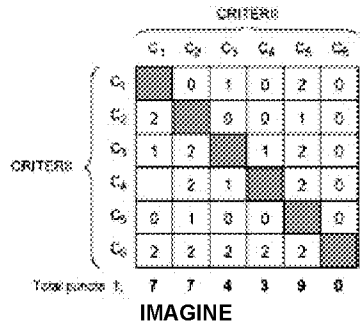



Fig. 1 Matricea rezultatelor comparării criteriilor

*) Figura 1 este reprodusă în facsimil.

**c)** fiecare criteriu C(i) va obține un punctaj t(i), cu mențiunea că aşa-numitul "criteriu zero", în exemplul dat $C_6$, va avea $t_6 = 0$;

**d)** punctajul total al criteriilor va fi T = Sumă t(i) = $m^2$ - m;

**e)** ponderea unui criteriu va fi p(i) = t(i)/T, astfel că Sumă p(i) = 1. În exemplul din matricea prezentată rezultă următoarele ponderi: $p_1 = p_2 = 7/30 = 0,233$; $p_3 = 0,133$; $p_4 = 0,1$; $p_5 = 0,4$.

**Art. 12.** - Matricea rezultatelor obținute din compararea criteriilor poate fi obținută din completările făcute independent de mai mulți decidenți, prin calculul ponderilor finale obținute ca medie a ponderilor de către toți decidenții. Media poate fi ponderată în funcție de competența şi/sau răspunderea decidenților, stabilite a priori.

## SECȚIUNEA a 3-a
Stabilirea variantelor

**Art. 13.** - **(1)** Pentru amenajările hidrotehnice ale cursurilor de apă, variantele de proiect sau variantele de condiții de exploatare V(j), cu (j = 1, 2, ... n), se stabilesc modalități semnificativ diferite din punctul de vedere al impactului asupra mediului pe aceleaşi criterii şi în aceleaşi condiții ca cele prezentate în analiza comparativă prin metoda matriceală.

**(2)** În cazul analizelor de decizie privind oportunitatea proiectului, una dintre variante va fi "varianta zero".

**(3)** Din motive similare cu cele arătate anterior, se recomandă ca numărul variantelor n să fie de maximum 6, analiza mai multor variante urmând să se facă doar în cazuri speciale.

## SECȚIUNEA a 4-a
Notarea variantelor pe criterii

**Art. 14.** - Acordarea notelor pentru "n" variante pe cele "m- 1" criterii, rămase după eliminarea "criteriului zero", se face succesiv pe criterii, în două etape: note primare şi note normalizate.

**Art. 15.** - Notele primare N^*(i, j) se acordă pentru fiecare variantă V(j) şi pentru un criteriu C(i), prin una dintre următoarele proceduri:

**a)** dacă variantele pot fi caracterizate de o mărime cuantificabilă M(i, j), direct proporțională cu avantajele efectelor, de exemplu producția de energie, debit suplimentar față de debitul minim în regim natural, producția piscicolă estimată, locuri de muncă asigurate etc., notele primare sunt:

$$N^*(i, j) = \frac{M(i, j)}{\frac{\sum_{j=1}^{n} M(i, j)}{n}}$$

**b)** dacă variantele pot fi caracterizate de o mărime cuantificabilă M(i, j), invers proporțională cu avantajele efectelor asupra mediului, de exemplu, debit maxim cu o anumită asigurare rezultat din atenuarea viiturilor în lac, suprafețe de teren ocupate, locuințe dezafectate, lungimea tronsonului de albie între captare şi secțiunea de restituție a debitelor turbinate în centrale electrice etc., notele primare sunt:

$$N^*(i, j) = \frac{\frac{1}{M(i, j)}}{\frac{\sum_{j=1}^{n} \frac{1}{M(i, j)}}{n}}$$

**c)** dacă variantele nu pot fi caracterizate de o mărime cuantificabilă, notele primare se acordă prin apreciere, după una dintre următoarele proceduri:

c1) prin acordarea de note de la 1 la 10, astfel:

- dacă efectele tuturor variantelor sunt benefice, respectiv avantajoase pentru mediu, sau dacă efectele tuturor variantelor sunt defavorabile, respectiv dezavantajoase pentru mediu, variantele cele mai avantajoase vor primi notele cele mai mari;
- dacă efectele variantelor sunt fie benefice, fie defavorabile, cele avantajoase vor primi note de la 6 la 10, cele dezavantajoase, de la 0 la 4, iar cele neutre vor primi nota 5;

c2) dacă un criteriu C(i) coincide cu un element ori un grup de elemente ale mediului din matricea de evaluare a impactului, nota primară poate fi suma valorilor de calcul ale efectelor din coloane sau submatricea corespunzătoare;

c3) dacă se consideră oportun, notele primare se pot determina prin procedura indicată pentru determinarea ponderii criteriilor conform secțiunii a 2-a, în care în locul criteriilor C(i) se vor trece variantele V(j). Valorile notelor primare N^*(i, j) vor fi egale cu cele corespunzătoare ponderii criteriilor p(i) din cazul menționat.

**Art. 16.** - **(1)** Notele normalizate N(i, j) pentru un criteriu se definesc prin transformarea notelor primare, astfel ca suma acestora pentru cele n variante să fie aceeaşi, de exemplu, egală cu 1, ceea ce se realizează cu relația:

$$N(i, j) = \frac{N^*(i, j)}{\sum_{j=1}^{n} N^*(i, j)}$$

prin care se verifică automat condiția:

$$\sum_{j=1}^{n} N(i, j) = 1$$

**(2)** Pentru procedurile de acordare a notelor primare indicate la art. 15 alin. (1) lit. a), b) şi c3), condiția se realizează implicit, notele primare fiind identice cu notele normalizate.

## SECȚIUNEA a 5-a
Calculul punctajelor

**Art. 17.** - După încheierea notării tuturor variantelor pe toate criteriile, se realizează următoarele operațiuni:

**a)** se calculează punctajele ponderate:

$$[N(i, j)](p) = N(i, j) \cdot p(i)$$

**b)** se însumează punctajele ponderate pentru fiecare variantă V(j), pe ansamblul criteriilor C(i), rezultând punctajul total pe o variantă:

$$N(j) = \sum_{i=1}^{m-1} N(i, j) \cdot p(i)$$

Acest punctaj caracterizează, în mod relativ, variantele analizate, pe ansamblul criteriilor adoptate;

**c)** pentru evidențierea mai pregnantă a diferențelor dintre variante este util să se calculeze şi punctajul total relativ pe fiecare variantă, care va fi:

$$[N(j)](R) = \frac{N(j)}{\sum_{j=i}^{n} N(j)}$$

**d)** calculul se organizează tabelar, conform modelului prezentat în tabelul nr. 1.

Tabelul nr. 1

| C(i) | p(i) | $V_1$ | | ... | V(j) | | ... | V(n) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N(i, 1) | N[i, 1 · p(i)] | ... | N(i, j) | N[i, j · p(i)] | ... | N(i, n) | N[i, n · p(i)] |
| $C_1$ | $p_1$ | | | ... | | | ... | | |
| $C_2$ | $p_2$ | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| C(m-1) | p(m-1) | | | ... | | | ... | | |
| TOTAL | - | - | $N_1$ | ... | - | N(j) | ... | - | N(n) |

## SECȚIUNEA a 6-a
Luarea deciziilor

**Art. 18.** - În selectarea variantei pe baza analizei de decizie multicriterială prezentate vor fi avute în vedere următoarele recomandări:

**a)** varianta cu cel mai mare punctaj total este preferabilă;

**b)** diferențe mai mici de 0,10 între punctajele totale relative nu sunt considerate decisive, avându-se în vedere numeroasele aprecieri subiective care intră în proces, dificultatea obiectivă a prognozelor privind evoluția efectelor construcțiilor hidrotehnice asupra mediului şi relativitatea unor informații primare;

**c)** dificultățile de alegere a variantei în situația de la lit. b) se rezolvă având la dispoziție următoarele posibilități alternative:

- se obțin detalieri sau studii suplimentare;
- se introduc criterii suplimentare;
- se alege una dintre variantele din ecartul de 10 diferență de punctaj acordată variantelor prin note normalizate, pe criterii de preferință ale decidentului principal.

**Art. 19.** - Pentru a micşora gradul de subiectivism în calculul punctajelor, se recomandă aplicarea metodologiei de decizie multicriterială de către mai mulți decidenți, care să noteze independent efectele, chiar dacă aspectele formale sunt conduse de acelaşi operator.

**ANEXA Nr. 2**
**la normativul tehnic**

INDICI GLOBALI
de evaluare a impactului hidromorfologic al amenajărilor
hidrotehnice proiectate asupra mediului

**1.** Procedura expusă în continuare prezintă evaluarea impactului hidromorfologic al amenajărilor hidrotehnice proiectate asupra mediului prin 2 indicatori de cuantificare:

**a)** indicele impactului global datorat soluțiilor de amenajare, notat IGSA, care identifică şi calculează impactul "artificializării" albiei prin soluții de amenajare;

**b)** indicele impactului global datorat soluțiilor constructive, notat IGSC, care identifică şi calculează impactul "artificializării" albiei prin soluții constructive.

**1.1.** Cuantificarea indicilor globali menționați la pct. 1, exprimat prin "costul ecologic", permite evaluarea influenței relative a diverşilor parametri de "artificializare", orientând astfel alegerea şi ameliorarea soluțiilor propuse din punctul de vedere al impactului hidromorfologic.

**1.2.** Indicii gobali de evaluare a impactului "artificializării" albiei prin soluții de amenajare şi prin soluții constructive sunt utilizați ca subcriterii ai criteriului ecologic, potrivit art. 10 din anexa nr. 1 la normativul tehnic.

**2.** Metoda de evaluare anticipată a impactului hidromorfologic al amenajărilor proiectate[1] serveşte şi la compararea soluțiilor de amenajare propuse, pe baza indicelui de "artificializare", denumit în continuare IGSA. În principiu, procedura cuantifică "costul ecologic" pentru 4 elemente:

**a)** caracteristicile tronsonului de albie care va fi probabil afectat de lucrările hidrotehnice;

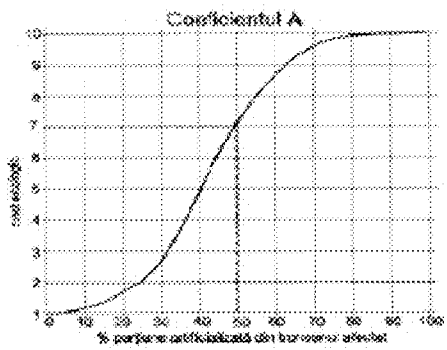
**b)** clasa de importanță a râului reprezentată de mărimea şi caracteristicile de calitate ecologică a râului, denumită rangul fluvial;

**c)** intensitatea agresiunii de artificializare prin modificarea morfologiei râului;

**d)** timpul.

[1] Propusă de Wasson Malavoi, Maridet, Sochon şi Paulin, 1995.

**2.1.** Caracteristicile tronsonului sunt reprezentate de un coeficient A, ale cărui valori (cost ecologic) rezultă din graficul din fig. 1*), în funcție de procentul lungimii porțiunii artificializate din lungimea tronsonului analizat.



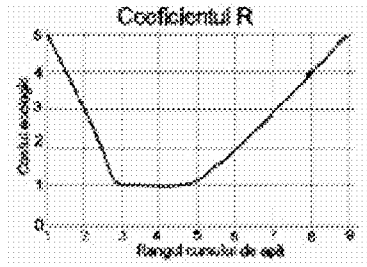

**IMAGINE**

Fig. 1. Costul ecologic al artificializării pe unitatea
de lungime a tronsonului

**2.1.1.** Alegerea şi delimitarea unui tronson au în vedere analiza unui sector de râu relativ omogen din punct de vedere morfologic şi ecologic, care are o identitate recognoscibilă, cu caracter mai ales geografic. Tronsonul analizat trebuie ales strict pe criteriile precizate, fără a fi influențat de dorința de obținere a unor valori favorabile unei anumite părți. El se poate identifica cu corpul de apă.

**2.1.2.** Din fig. 1 se observă că amenajarea (şi, implicit, artificializarea) primelor porțiuni din tronson are un impact relativ scăzut pe ansamblu; artificializarea până la 25% din tronson atrage costuri ecologice relativ reduse, întrucât porțiunile rămase în regim natural reuşesc să mențină ecosistemul viabil. După amenajarea a 40-50% din tronson, costurile ecologice cresc în mod spectaculos, semnalând pericolul unui colaps morfologic şi ecologic, iar amenajarea ultimelor porțiuni (ultimii 30% din tronson) conduce la costul ecologic maxim, consfințind dispariția practică a ecosistemului originar.

**2.2.** Rangul fluvial este cuantificat printr-un coeficient R, cu valorile de cost ecologic rezultate din graficul din fig. 2*).




IMAGINE

Fig. 2. Costul ecologic al artificializării unui tronson de râu
în funcție de rangul său (valoarea patrimonială)

*) Figurile 1 şi 2 sunt reproduse în facsimil.

Costurile ecologice cele mai mari afectează râurile de ranguri extreme. Pentru râurile de rang înalt, cu importanță şi "valoare" ridicate, intervențiile produc în mod evident efecte importante directe şi derivate, implicând costuri ecologice mari. Râurile de rang inferior, cu bazine mici sau/şi cu o stare nu prea bună a ecosistemelor, sunt practic desființate din punct de vedere ecologic prin realizarea unor amenajări care artificializează albiile; de aceea costul ecologic este relativ ridicat.

**2.2.1.** Rangul fluvial este un indice de evaluare a impactului hidromorfologic al amenajărilor hidrotehnice asupra mediului, exprimând clasa de importanță a râului, stabilită în funcție de talia râului şi de mărimea bazinului, calitatea ecologică, calitatea apei, mărimea debitelor.

**2.2.2.** Criteriul principal pentru stabilirea rangului este reprezentat de încadrarea calității apelor de suprafață, care stabileşte starea ecologică a corpurilor de apă, reflectată prin indicatori fizici, chimici şi microbiologici, în conformitate cu valorile din tabelul nr. 6 prevăzut în Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, aprobat prin Ordinul ministrului mediului şi gospodăririi apelor nr. 161/2006.

**2.2.3.** Al doilea criteriu este mărimea râului, care se defineşte prin debitul mediu multianual pe tronsonul analizat, respectiv media debitelor la capetele tronsonului, notat prin Q(m). Intervalele de debite au fost stabilite avându-se în vedere că cea mai mare parte a râurilor interioare sunt relativ mici.

**2.2.4.** Cel de-al treilea criteriu se referă la interesul ecologic şi/sau social-economic pe care îl prezintă tronsonul analizat, dacă acesta este cu adevărat major la nivel regional sau național.

Tabelul nr. 1

Determinarea rangului fluvial

| Debit modul mediu pe tronson ($m^3/s$) | Interes major ecologic etc. | Clasificarea după calitatea apelor | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Categoria I | Categoria II | Categoria III | Categoria IV | Categoria V |
| Q(m) < 1 | da | 7 | 6 | 5 | 3 | - |
| | nu | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 <= Q(m) < 5 | da | 8 | 7 | 6 | 4 | - |
| | nu | 7 | 6 | 5 | 3 | 2 |
| 5 <= Q(m) < 20 | da | 9 | 8 | 7 | 5 | - |
| | nu | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 |
| 20 <= Q(m) < 50 | da | 9 | 9 | 8 | 6 | - |
| | nu | 8 | 8 | 7 | 5 | 3 |
| Q(m) > 50 | da | 9 | 9 | 9 | 7 | - |
| | nu | 9 | 9 | 8 | 6 | 4 |

**2.2.5.** Interesul ecologic este reprezentat de existența unor ecosisteme viguroase, echilibrate şi diversificate, de asocieri rare de specii sau de specii şi populații rare, endemice ori în pericol de dispariție. Tronsoanele de râu aflate total sau parțial în zone protejate, rezervații ori parcuri naturale beneficiază de o mărire a rangului, conform prevederilor subpct. 2.2.7.

**2.2.6.** Interesul social major se poate traduce prin existența unor zone de turism, agrement sau activități sportive acvatice cu tradiție şi prestigiu. Râurile care trec prin sau în imediata vecinătate a unor stațiuni balneare ori de odihnă şi tratamente medicale prezintă interes social major.

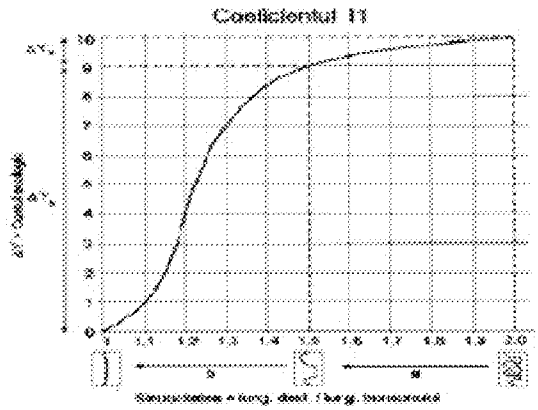
**2.2.7.** Pentru tronsoane de râu aflate total sau parțial în zone protejate ecologic, rangul se va mări cu o unitate, iar pentru cele aflate total ori parțial în rezervații sau parcuri naturale, rangul se va mări cu două unități.

**2.2.8.** În funcție de încadrarea tronsonului de râu artificializat în cele 3 criterii se determină valoarea rangului fluvial pe baza valorilor prevăzute în tabelul nr. 1. Cu valoarea rangului astfel stabilită, se determină în graficul din fig. 2 valoarea coeficientului R.

**2.3.** Intensitatea impactului evaluează discordanța dintre starea de după amenajare şi morfologia râului care ar corespunde stării sale de echilibru dinamic. Pentru aceasta se utilizează 8 factori i cu importanță demonstrată în funcționarea ecologică, cărora le corespund 8 parametri specifici care permit cuantificarea alterării sistemului. Pentru fiecare factor i = 1...8 se determină costul ecologic, a cărui valoare este exprimată printr-un coeficient I(i), cu ajutorul graficelor care asociază o categorie previzibilă de alterare cu impactul (costul) ecologic respectiv.

**2.3.1.** Factorul 1 reprezintă pierderea sinuozității şi diminuarea procentului de multiplicare a traseelor paralele de curgere (dispariția canalelor

multiple) în raport cu traseul în plan originar, reperabil adesea pe hărțile sau fotografiile aeriene mai vechi. Valoarea costului ecologic se exprimă prin coeficientul I1 şi se determină utilizându-se graficul din fig. 3*). Sinuozitatea S se exprimă prin raportul dintre lungimea desfăşurată a cursului de apă (măsurată la talveg) şi lungimea tronsonului amenajat, măsurată în linie dreaptă între punctele din talveg ale secțiunilor de capăt ale tronsonului amenajat. Costul ecologic DELTA Y se determină ca diferență între valorile corespunzătoare valorilor sinuozității S dinainte şi de după amenajare. De exemplu, o diferență de sinuozitate b = 0,5 între S = 1,5 (originar) şi S = 1 (traseu rectiliniu rectificat) atrage un cost ecologic DELTA Y(b) = 9 - 0 = 9, reprezentând 90% din cel total maxim, în timp ce o reducere a sinuozității a = 0,5 prin rectificare de la S = 2 la S = 1,5 conduce la costuri ecologice reduse, respectiv la DELTA Y(a) = 10 - 9 = 1, însemnând numai 10% din cel total maxim. Această observație este deosebit de importantă, întrucât pentru nespecialişti - beneficiari ai lucrărilor, proiectanți ocazionali şi uneori chiar organe de avizare - există tendința de a aprecia că rectificările de traseu la sinuozități mici nu au aproape nicio influență.




**IMAGINE**

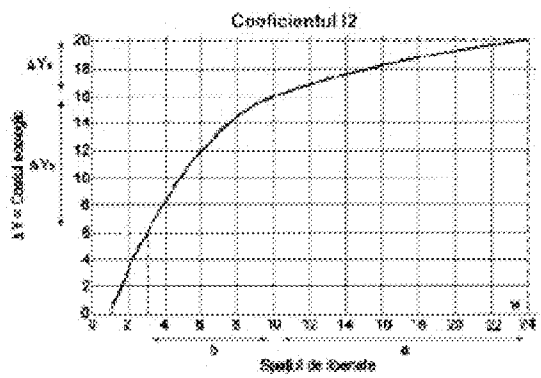
Fig. 3. Costul ecologic al pierderii sinuozității.
Se determină în funcție de diferența dintre sinuozitatea originară şi cea de după amenajare.

*) Figura 3 este reprodusă în facsimil.

**2.3.2.** Factorul 2 reprezintă reducerea spațiului de libertate al cursului de apă, măsurată prin sporirea gradului de contracție laterală impusă de o îndiguire. Acest spațiu de libertate se evaluează în raport cu lățimea la ras a albiei minore (w), care constituie unitatea de măsură. Râurile aluviale în echilibru au un spațiu de libertate de ordinul 12w. Valoarea costului ecologic se exprimă prin coeficientul I2 şi se determină utilizând graficul din fig. 4*).

Este evident că vom avea un cost ecologic cu atât mai ridicat, cu cât reducerea spațiului de libertate va fi mai mare.

Se observă că reducerea spațiului de libertate pentru valori relativ mici ale acestuia (SL = b = 10w - 3w = 7w) are un cost ecologic mult mai ridicat (DELTA Y(b) = 16 - 6 = 10) decât reducerea în domeniul unor valori mari (SL = a = 24w - 10w = 14w), care conduc la un cost ecologic relativ redus (DELTA Y(a) = 20w - 16w = 4w). Aceasta înseamnă că albiile majore originare relativ înguste se deteriorează mai grav prin îndiguiri decât cele relativ largi.




**IMAGINE**

Fig. 4. Costul ecologic al reducerii spațiului de libertate

*) Figura 4 este reprodusă în facsimil.

**2.3.3.** Factorul 3 reprezintă perioada de revenire a debitului de umplere a albiei minore, considerând ca normală, într-o primă aproximare, o frecvență de o dată la 2 ani. Valoarea acestui parametru se determină prin studii hidrologice asupra variabilității regionale a debitelor maxime anuale. Valoarea costului ecologic se exprimă prin coeficientul I3 şi se determină utilizându-se graficul din fig. 5*). Pentru râuri cu perioade de revenire a debitelor de umplere a albiei minore relativ mici, sub 10 ani, costurile ecologice sunt mai mari decât la valori mari ale acesteia.

**2.3.4.** Factorul 4 reprezintă sporirea lățimii scurgerii la etiaj (debitul mediu lunar minim) şi este important, deoarece poate provoca reducerea adâncimilor medii, încălzirea estivală excesivă a apei, înghețul pe timp de iarnă şi colmatarea fundului. Se măsoară în procente din lățimea originară. Valoarea costului ecologic se exprimă prin coeficientul I4 şi se determină utilizându-se graficul din fig. 6*).

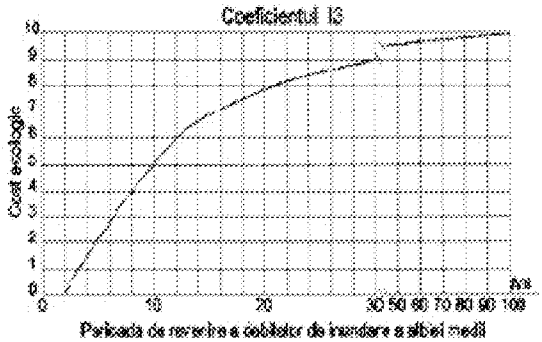



Fig. 5. Costul ecologic al reducerii frecvenței inundărilor laterale

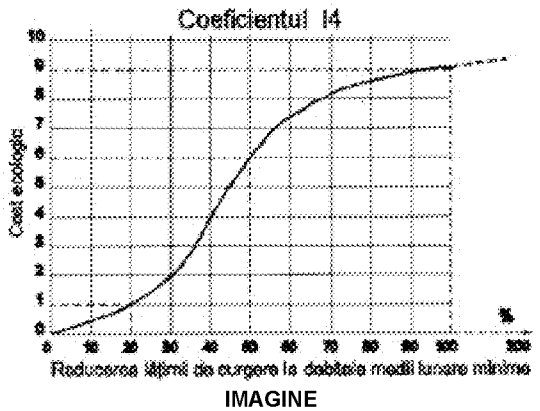



Fig. 6. Costul ecologic al reducerii lățimilor de curgere la etiaj

*) Figurile 5 şi 6 sunt reproduse în facsimil.

**2.3.5.** Factorul 5 exprimă alterarea structurii fizice (de adăpost al faunei) şi a conectivității şi are mai mulți parametri indicatori:
**a)** dispariția secvențelor de facies rapid - adânc, care constituie o alterare majoră a mediului fizic;
**b)** modificarea structurilor de adăpost, de natură minerală şi vegetală.
Valoarea costului ecologic se exprimă prin coeficientul I5 şi se determină utilizându-se datele din tabelul nr. 2.

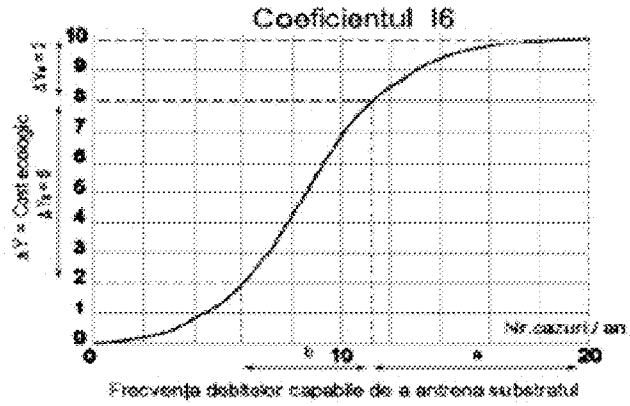
Tabelul nr. 2

Costurile ecologice ale alterării structurilor de adăpost
şi faciesurilor

| Alterări fizice | Costuri ecologice | |
|---|---|---|
| | Curs de apă cu energie | |
| | mare | redusă |
| 1 = Scoaterea structurilor lemnoase afundate în taluz | 3 | 7 |
| 2 = 1 + Nivelarea malurilor (retaluzare, îndepărtarea blocurilor) | 7 | 10 |
| 3 = 2 + Îndepărtarea obstacolelor din canal (blocuri, structuri lemnoase) | 12 | 12 |
| 4 = 3 + Reprofilarea, nivelarea faciesurilor rapide sau lente | 20 | 20 |

**2.3.6.** Factorul 6 cuantifică alterarea substratului, realizată, de regulă, prin lucrări de terasamente care afectează patul albiei prin modificarea granulozității acestuia. Debitul de antrenare al particulelor din noul pat se determină prin calcule hidraulice clasice. Frecvența de revenire a acestui debit permite să se estimeze riscul instabilității substratului. Compararea frecvențelor de punere în mişcare a particulelor înainte şi după realizarea lucrărilor, respectiv diferența de frecvență, permite să se cuantifice creşterea probabilă a instabilității printr-o evaluare minimală.

Valoarea costului ecologic al alterării substratului se exprimă prin coeficientul I6 şi se determină utilizându-se datele din fig. 7*). Se observă că pentru o diferență de frecvență a debitelor capabile să antreneze substratul din domeniul frecvențelor relativ reduse, cum ar fi b = 11,2 - 8 = 3,2 cazuri/an, costul ecologic este DELTA Y(b) = 8 - 2 = 6, în timp ce o diferență mai mare, dar în domeniul frecvențelor mari, a = 20 - 11,2 = 8,8 cazuri/an, atrage după sine costuri ecologice mult mai mici, respectiv DELTA Y(a) = 10 - 8 = 2. Se menționează că stabilizarea excesivă a patului constituie o perturbare serioasă a funcționării ecologice.



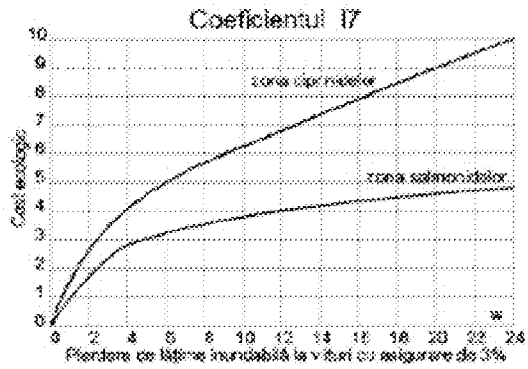

IMAGINE

Fig. 7. Costul ecologic al alterării stabilității substratului

*) Figura 7 este reprodusă în facsimil.

**2.3.7.** Factorul 7 reprezintă pierderea conectivității laterale, care poate fi evaluată prin reducerea lățimii zonei inundabile corespunzătoare viiturilor produse o dată la 30 de ani, raportată la lățimea la ras a albiei minore w.

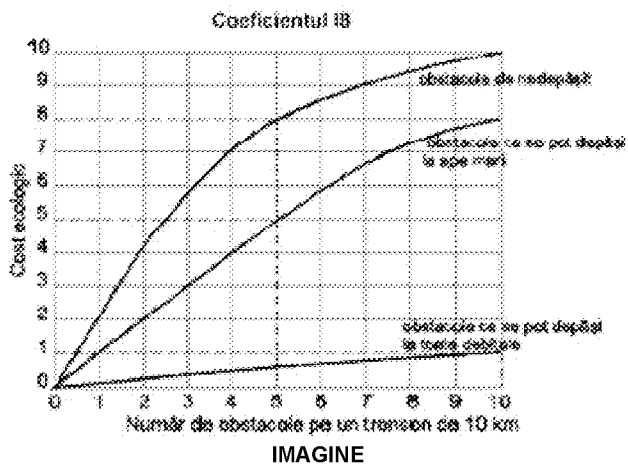
Valoarea costului ecologic se exprimă prin coeficientul I7 şi se determină utilizându-se graficul din fig. 8*).




IMAGINE

Fig. 9. Costul ecologic al obstacolelor artificiale
în calea circulației peştilor

**2.3.8.** Factorul 8 indică crearea de obstacole artificiale în calea circulației peştilor, care are un impact ce trebuie evaluat pe ansamblul tronsonului analizat, în funcție de posibilitatea de trecere peste lucrări de amenajare la diferite debite de scurgere şi în funcție de numărul de obstacole pe kilometrul de tronson. Valoarea costului ecologic al obstacolelor se exprimă prin coeficientul I8 şi se determină utilizându-se graficul din fig. 9*).




IMAGINE

Fig. 8. Costul ecologic al pierderii conectivității laterale

*) Figurile 8 şi 9 sunt reproduse în facsimil.

**2.3.9.** Intensitatea totală a artificializării pe unitatea de tronson I este suma coeficienților I1... I8.

**2.4.** Timpul

Evaluarea duratei impactului cuprinde 3 elemente:

**a)** remanența alterării fizice (în funcție şi de reversibilitatea amenajării);

**b)** repetarea intervențiilor cu efect de cumulare a impactului;

**c)** agravarea posibilă a unor forme de impact pe termen lung, mai cu seamă dacă este perturbat echilibrul morfologic dinamic.

Reversibilitatea unei amenajări poate fi estimată plecându-se de la natura lucrărilor şi de la natura energiei potențiale a râului. Pe această bază se atribuie amenajării un coeficient multiplicator T, care este în fond timpul de remanență previzibil sau durata impactului cumulat pentru intervențiile repetitive (ambele măsurate în ani).

**3.** Indicele impactului global datorat soluțiilor de amenajare (sau indicele L.I.T.), notat cu IGSA, se determină cu relațiile:

$IGSA = LITw^2\ 10^{-4}$

$L = (l/w)AR$

$I = I1 + I2 + ... + I8$

unde:

L - lungimea tronsonului analizat, măsurată în multipli de w;

I - coeficientul total de intensitate;

I1 ....I8 - coeficienți de intensitate parțiali;

$w^2$ - suprafața în hectare a fiecărei unități de linear artificializat;

l - lungimea tronsonului amenajat;

w - lățimea la ras a albiei minore;

A - coeficient al caracteristicilor tronsonului (determinat conform graficului din fig. 1);

R - coeficient al rangului fluvial (determinat conform graficului din fig. 2);

T - durata de remanență (ani).

**4.** Impactul "artificializării" albiei prin soluții constructive cuantifică intensitatea impactului ținând seama de soluțiile constructive concrete ale lucrărilor de amenajare. Pe baza caracterizării şi clasificării tipurilor de soluții constructive, prezentate detaliat la art. 6 din normativul tehnic şi urmând modelul de evaluare a costului ecologic descris în continuare, se propune determinarea acestuia conform tabelului nr. 3. Valoarea rezultată va fi indicele de intensitate notat cu I(c).

Tabelul nr. 3

Costurile ecologice ale soluțiilor constructive - coeficientul I(c)

| Adaptabilitate la deformații | Natura materialelor | Creşterea vegetației | | |
|---|---|---|---|---|
| | | favorabil | nefavorabil | special |
| Structuri plastice | naturale | 0 | 2 | - |
| | mixte | 2 | 4 | 1 |
| | artificiale | 4 | 7 | 4 |
| Structuri rigide | naturale | 4 | 8 | - |
| | mixte | 6 | 9 | 5 |
| | artificiale | 8 | 10 | 6 |
| Structuri suportând deformații limitate | naturale | 2 | 5 | - |
| | mixte | 4 | 7 | 3 |
| | artificiale | 6 | 8 | 5 |

**4.1.** Pe baza valorilor indicilor A (caracteristicile tronsonului analizat), R (rangul fluvial) şi T (timpul) se calculează indicele impactului global datorat soluțiilor constructive, notat IGSC, cu relația:

$$IGSC = ARI(c)T(l/w)w^2\ 10^{-4}$$

cu aceleaşi semnificații ale notațiilor.

**5.** Analiza indicatorilor globali se va finaliza prin întocmirea tabelului nr. 4 al principalelor caracteristici ale componentelor indicilor globali, respectiv costurile ecologice pentru toate variantele de amenajare ale proiectului şi realizarea comentariilor pe baza valorilor din tabel.

Tabelul nr. 4

Centralizatorul costurilor ecologice şi al indicilor impactului global
pentru variantele de amenajare hidrotehnică a râului

| Indicele global | Subindici | | $V_1$ | ...V(j)... | V(n) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| IGSA Indicele impactului | L - lungimea tronsonului analizat, | l - lungimea tronsonului amenajat | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| global datoratsoluţiilor de amenajare | măsurată în multipli w | w - lăţimea la ras a albiei minore | | | | |
| | | A - coeficient al caracteristicilor tronsonului | | | | |
| | | R - coeficient al rangului fluvial | | | | |
| | | l/w x A x R x $10^{-4}$ | | | | |
| | I - coeficientul total de intensitate | I1 | | | | |
| | | I2 | | | | |
| | | I3 | | | | |
| | | I4 | | | | |
| | | I5 | | | | |
| | | I6 | | | | |
| | | I7 | | | | |
| | | I8 | | | | |
| | | I1+I2+...+I8 | | | | |
| | T - durata de remanenţă | ani | | | | |
| | Calcul IGSA | L x I x T x $w^2$ x $10^{-4}$ | | | | |
| IGSC Indicele impactului global datorat soluţiilor constructive | I(c) | | | | | |
| | Calcul IGSC | L x I(c) x T x $w^2$ x $10^{-4}$ | | | | |

**ANEXA Nr. 3**
**la normativul tehnic**

APLICAŢIE
a metodologiei pe un caz reprezentativ

**1.** Descrierea sumară a zonei şi condiţiilor amenajării hidrotehnice a râului

**1.1.** Aplicaţia de calcul se va derula pe un exemplu fictiv, dar foarte apropiat de situaţii existente cunoscute. Toate informaţiile asupra zonei amenajării sunt necesare în analiza multicriterială, astfel că în cazuri reale, acestea vor fi prezentate în capitolul distinct pentru tratarea variantelor de amenajare, precizat la art. 5 alin. (2) din anexa nr. 1 la normativul tehnic.

**1.2.** Obiectul interesului pentru amenajarea hidrotehnică îl constituie un tronson de râu din zona dealurilor subcarpatice joase, pe care, pe o lungime de aproximativ 10 km, râul are un debit mediu multianual practic constant, de aproximativ 1,2 $m^3/s$. Din punctul de vedere al calităţii apelor, râul este de categoria a II-a. Întregul tronson prezintă un interes ecologic moderat, întrucât ecosistemele sale acvatice stabile cuprind specii valoroase de salmonide (lipan).

**1.3.** Râul are un tronson sinuos şi a fost relativ stabil până acum aproximativ două decenii, după care au apărut semne de instabilitate morfologică, ca urmare, probabil, a creşterii frecvenţei unor viituri cu debite relativ importante (cu perioade medii de revenire de până la 50 de ani). Ca urmare, pe întregul tronson se manifestă tendinţe de agradare a talvegului şi de eroziune a malurilor în concavităţile curbelor, existând tendinţa de amplificare a meandrelor. Pe un sector de aproximativ 500 m lungime, eroziunile afectează drumul judeţean principal, precum şi o serie de gospodării, inclusiv locuinţe, a căror recondiţionare a antrenat costuri importante, fără a mai pune la socoteală şi costul terenurilor erodate, definitiv pierdute. Aspectul general al malurilor afectate de eroziuni, care provoacă alunecarea şi prăbuşirea periodică a încă unei "felii" din mal, este în consecinţă foarte neplăcut. Se menţionează că datorită unor fenomene similare, pe tronsonul menţionat au mai fost amenajate în anii precedenţi prin lucrări hidrotehnice de regularizare a albiei încă alte 4 sectoare, cu o lungime cumulată de 3,2 km.

**1.4.** Caracteristicile principale ale albiei râului pe sectorul avut în vedere pentru amenajare pot fi descrise astfel: albia minoră este bine delimitată de cea majoră; la debite cu frecvenţa determinată prin calcul de aproximativ 1:30 ani, albia minoră se umple şi are o lăţime medie în jurul valorii de w = 36 m. La ape medii, lăţimea albiei minore este de aproximativ 15-20 m, iar la ape mici, sub 5 m.

**1.5.** La ape mari, cu debite peste cele cu frecvenţa 1:30 ani, zonele riverane sunt inundate; pe malul drept, inundaţia este limitată de drumul comunal, care îndeplineşte şi rolul de dig de protecţie şi dirijare, dar pe malul stâng inundă albia majoră pe o lăţime medie de aproximativ 300 m, pe care există amplasate şi câteva gospodării. Datorită agradării albiei, colmatărilor şi prezenţei în patul albiei şi maluri a unor structuri lemnoase (probabil fosile), capacitatea de tranzitare a apelor mari a scăzut sensibil.

**1.6.** Zona este cunoscută şi frecventată ca zonă de odihnă şi agrement, existând chiar pe sectorul descris mai sus câteva pensiuni.

**2.** Alegerea criteriilor din rândul celor general acceptate

**2.1.** În cazul concret al zonei amenajării descrise în capitolul precedent, se vor reţine numai o parte dintre criterii şi subcriterii, şi anume cele relativ importante, pentru care se anticipează diferenţe mari între variantele de amenajare avute în vedere, cu următoarele comentarii şi justificări:

**a)** C1 - criteriul economic:
- C1.1 - costul de investiţie şi cheltuielile de întreţinere pe 5-20 de ani;
- C1.2 - costul efectelor secundare: eroziuni, prăbuşiri de maluri (afectarea gospodăriilor, terenurilor, recoltelor etc.);
- C1.3 - criteriul "zero";

**b)** C2 - criteriul social:
- C2.1 - estetică, peisaj;
- C2.2 - regimul populaţiei în zona riverană (restricţii, circulaţie, stres, inclusiv la execuţia lucrărilor);
- C2.3 - criteriul "zero";

**c)** C3 - criteriul ecologic:

- C3.1 - indicele impactului global datorat soluțiilor de amenajare, denumit în continuare IGSA;
- C3.2 - indicele impactului global datorat soluțiilor constructive, denumit în continuare IGSC;
- C3.3 - gradul de afectare al ecosistemelor existente;
- C3.4 - criteriul "zero";

**d)** C4 - criteriul "zero".

**2.2.** În cadrul criteriului social, subcriteriile referitoare la recreere, turism, sport, calitatea apei utilizate de riverani şi protecția la ape mari a riveranilor nu se introduc, întrucât în toate variantele de amenajare a cursului de apă, aplicarea acestor subcriterii are ca rezultat efecte similare şi, deci, analiza nu le departajează.

**2.3.** Nu se introduce un criteriu pentru respectarea restricțiilor, întrucât acestea se consideră respectate în toate variantele de amenajare.

**3.** Ierarhizarea şi stabilirea ponderii criteriilor

**3.1.** Ierarhizarea şi stabilirea ponderii criteriilor este adecvată situației concrete şi particulare a zonei în care se face amenajarea. De exemplu, într-o zonă cu intervenții antropice reduse şi mare potențial ecologic, cel mai important criteriu va fi cel ecologic, în timp ce pentru o zonă cu intervenții antropice importante, intens populată, criteriul cel mai important poate fi cel social.

**3.2.** Ierarhizarea criteriilor în vederea stabilirii ponderilor se face prin apreciere de către un decident. Cum acesta este inevitabil subiectiv, se apelează la mai mulți decidenți competenți sau interesați şi se face media opțiunilor acestora. În cazul exemplului din tabelul nr. 1 se va lucra cu opțiunile unui singur decident, respectiv ale autorului exemplului.

**3.3.** Ponderile criteriilor principale

Tabelul nr. 1

| Criteriul | C1 | C2 | C3 | C4 |
|---|---|---|---|---|
| economic - C1 | | 0 | 1 | 0 |
| social - C2 | 2 | | 2 | 0 |
| ecologic - C3 | 1 | 0 | | 0 |
| "zero" - C4 | 2 | 2 | 2 | |
| Total puncte | 5 | 2 | 5 | |
| Pondere | 0,415 | 0,17 | 0,415 | |

$p_1 = 0,415$; $p_2 = 0,17$; $p_3 = 0,415$; Suma $p(i) = p_1 + p_2 + p_3 = 1$

**a)** Ponderile subcriteriilor lui C1 sunt prezentate în tabelul nr. 2

Tabelul nr. 2

| Criteriul | C1.1 | C1.2 | C1.3 |
|---|---|---|---|
| investiții - C1.1 | | 1 | 0 |
| cost efecte secundare - C1.2 | 1 | | 0 |
| "zero" - C1.3 | 2 | 2 | |
| Total puncte | 3 | 3 | 0 |
| Pondere | 0,5 | 0,5 | |

p'(1.1) = 0,5; p'(1.2) = 0,5; p'(1.1) + p'(1.2) = 1

Rezultă din combinarea celor două matrici:

p(1.1) = 0,5 ▪ 0,415 = 0,2075; p(1.2) = 0,5 ▪ 0,415 = 0,2075; p(1.1) + p(1.2) = 0,415

**b)** Ponderile subcriteriilor lui C2 sunt menționate în tabelul nr. 3

Tabelul nr. 3

| Criteriul | C2.1 | C2.2 | C3.3 |
|---|---|---|---|
| estetic - C2.1 | | 2 | 0 |
| regim populație - C2.2 | 0 | | 0 |
| "zero" - C2.3 | 2 | 2 | |
| Total puncte | 2 | 4 | 0 |
| Pondere | 0,33 | 0,67 | |

p'(2.1) = 0,33; p'(2.2) = 0,67; p'(1.1) + p'(1.2) = 1
p(2.1) = 0,33 ▪ 0,17 = 0,057; p(2.2) = 0,66 ▪ 0,17 = 0,113;
p(2.1) + p(2.2) = 0,17

**c)** Ponderile subcriteriilor lui C3 sunt prevăzute în tabelul nr. 4

Tabelul nr. 4

| Criteriul | C3.1 | C3.2 | C3.3 | C3.4 |
|---|---|---|---|---|
| IGSA - C3.1 | | 2 | 0 | 0 |
| IGSC - C3.2 | 0 | | 0 | 0 |
| grad afectare - C3.3 | 2 | 2 | | 0 |
| "zero" - C3.4 | 2 | 2 | 2 | |
| Total puncte | 4 | 6 | 2 | 0 |
| Pondere | 0,33 | 0,5 | 0,17 | |

p'(3.1) = 0,33; p'(3.2) = 0,5; p'(3.3) = 0,17; p'(3.1) + p'(3.2) + p'(3.3) = 1
p(3.1) = 0,33 ▪ 0,415 = 0,13695; p(3.2) = 0,5 ▪ 0,415 = 0,2075;
p(3.3) = 0,17 ▪ 0,415 = 0,07055; p(3.1) + p(3.2) + p(3.3) = 0,415

**3.4.** Centralizatorul ponderilor criteriilor şi subcriteriilor este reprezentat în tabelul nr. 5

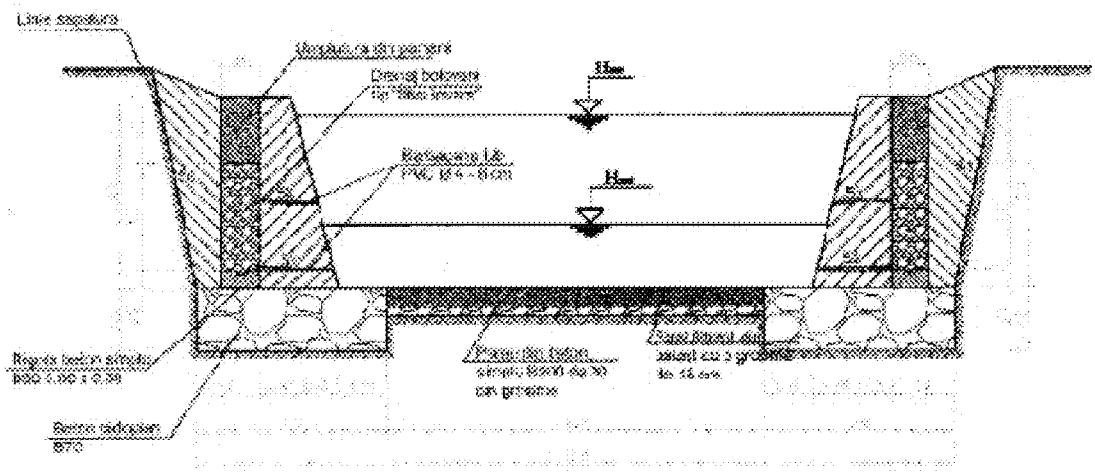
Tabelul nr. 5

| Criteriul | Pondere | Subcriteriul | Pondere în criteriu - p' | Pondere totală p |
|---|---|---|---|---|
| economic - C1 | 0,415 | investiții - C1.1 | 0,5 | 0,2075 |
| | | cost efecte secundare - C1.2 | 0,5 | 0,2075 |
| social - C2 | 0,17 | estetic - C2.1 | 0,33 | 0,057 |
| | | regim populație - C2.2 | 0,67 | 0,113 |
| ecologic - C3 | 0,415 | IGSA - C3.1 | 0,33 | 0,13695 |
| | | IGSC - C3.2 | 0,5 | 0,2075 |
| | | grad afectare - C3.3 | 0,17 | 0,07055 |
| TOTAL | 1 | | | 1 |

**4.** Stabilirea variantelor de amenajare

Pentru amenajarea râului s-au analizat 3 variante posibile.

**4.1.** Varianta 1 - Canal de beton practic rectiliniu, care taie coturile (sinuozitățile) existente, cu secțiune trapezoidală; ziduri laterale din beton, patul albiei (talvegul) se consolidează cu un radier de beton de 30 cm grosime. Soluția nu este imaginară, ci identică cu cea adoptată pentru lucrări de protecție împotriva viiturilor produse de pârâul Mândra județul Braşov.



**IMAGINE**

Fig. 1*). Varianta 1 - Secţiunea-tip de amenajare a albiei

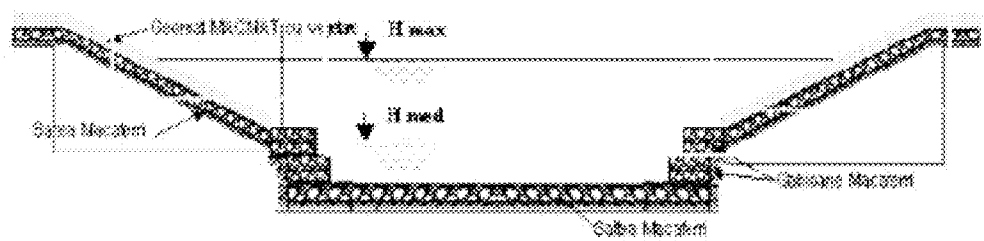
*) Figura 1 este reprodusă în facsimil.

**a)** Traseul în plan este prezentat în fig 1. Valori ale unor parametri caracteristici: lungimea 433 m, lăţimea 14 m. Costul total al amenajării (inclusiv cheltuielile de întreţinere pe o durată de 5 ani) are valoarea $I_1$.

**b)** Soluţia prezintă în mod evident unele dezavantaje:

- la tasări diferenţiate sau la eroziuni cu subspălare, structura extrem de rigidă va ceda, cu crăpături şi dislocări;
- pentru execuţie sunt necesare un drum de acces pentru utilaje, vaduri de trecere, organizare de şantier etc., pentru care nu prea există teren disponibil, atât timp cât casele sunt până la limita albiei;
- la ape curente curgerea se face cu nivel scăzut; de la luciul de apă la coronamentul zidurilor sunt între 2 m şi 2,5 m; cei căzuţi accidental în albie - de la păsări de curte (raţe, gâşte), vite sau chiar până la oameni - nu vor putea ieşi fără accese amenajate.

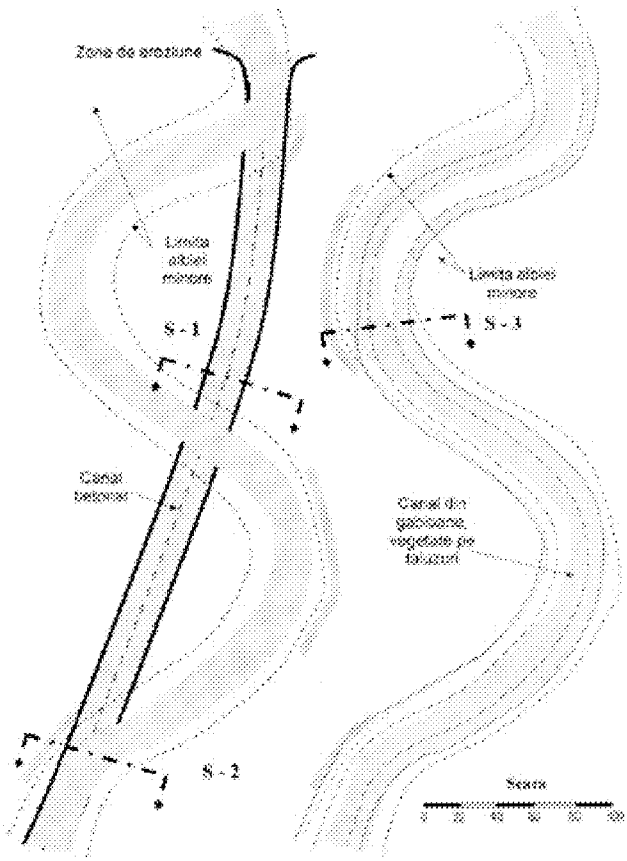
**4.2.** Varianta 2 - Canalizare cu traseu sinuos, asemănător traseului natural; secţiunea transversală prevede protecţia patului albiei cu saltele Macaferri, protecţia bazei taluzurilor cu gabioane Macaferri şi a taluzurilor cu saltele Macaferri şi geomat MACMAT cu vegetare [vezi fig. 2*)].




**IMAGINE**

Fig. 2. Varianta 2 - Secţiunea-tip de amenejare a albiei

Traseul în plan este prezentat în fig. 3*). Canalul are o lungime de 557 m, măsurată în ax, faţă de lungimea albiei naturale, măsurată la talveg, care este de 578 m. Lăţimea la bază este de 14 m, iar ampriza totală de 32 m. Se apreciază că investiţia are o valoare egală cu 1,32 $I_1$.




**IMAGINE**

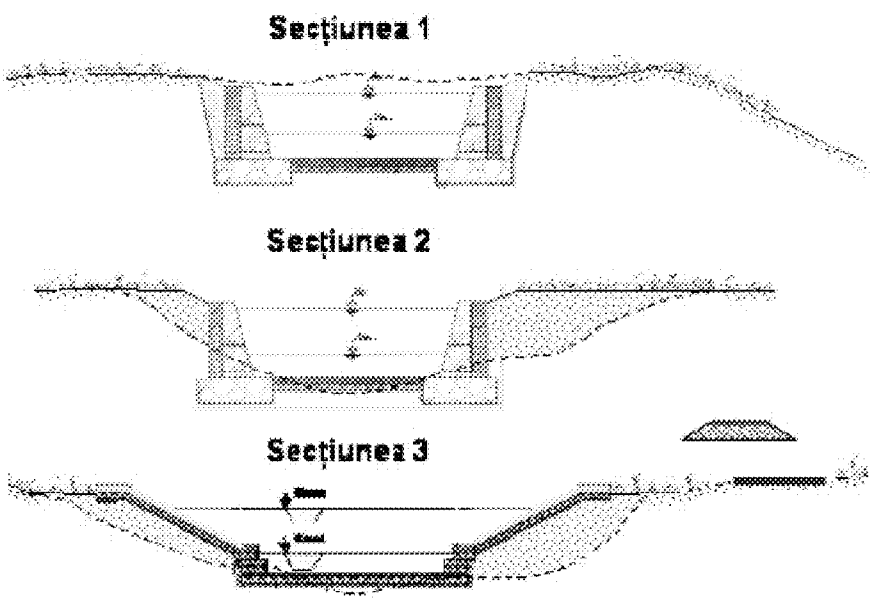
Fig. 3. Vedere în plan

*) Figurile 2 şi 3 sunt reproduse în facsimil.

Varianta 2 a fost astfel dimensionată încât să realizeze parametrii de funcţionare cât mai asemănători sau identici cu cei ai variantei 1:
- scurgerea la ape mici şi sub debitul mediu multianual este practic identică, cu aceeaşi lăţime de albie;
- scurgerea la ape mari va fi foarte asemănătoare, cu niveluri practic identice, varianta 2 având secţiuni mai mari, dar pantă mai mică.

**4.3.** Varianta 3 este de fapt ceea ce numim "varianta zero" şi constă în nerealizarea lucrărilor de amenajare, lăsând râul să evolueze liber în regim natural, cu dezvoltarea până la limite greu de estimat a fenomenelor negative deja înregistrate, respectiv eroziuni şi prăbuşiri de maluri, amplificarea meandrelor, prezenţa obstacolelor din structuri lemnoase şi scăderea pantelor şi deci a capacităţii de tranzitare a apelor mari etc. Se prevăd lucrări minore de stabilizare a eroziunilor, cu protecţii locale cu anrocamente.

Costurile efectelor secundare: eroziuni, prăbuşiri de maluri cu afectarea drumului judeţean, gospodăriilor, terenurilor, recoltelor etc. pe o perioadă de 20 de ani sunt însă de două ori mai mari decât costul investiţiei pentru varianta 1, ceea ce justifică realizarea amenajării hidrotehnice. Modul în care se înscriu în teren secţiuni caracteristice ale variantelor 1 şi 2 este prezentat în fig. 4*).




**IMAGINE**

Fig. 4. Secțiuni transversale reprezentative

*) Figura 4 este reprodusă în facsimil.

**5.** Notarea variantelor pe criterii

**5.1.** Criteriul C1.1 - investiții, note primare

Valorile de investiții aferente celor 3 variante se exprimă în multiplii investiției variantei $V_1$, notată cu $I_1$. Notele primare, care sunt şi normalizate, se calculează cu relația

$$N^*(i,j) = \frac{\frac{1}{M(i,j)}}{\sum_{j=1}^{n} \frac{1}{M(i,j)}}$$

întrucât mărimea cuantificabilă M(i,j) este invers proporțională cu avantajele (i - criteriul, j - varianta). Datele sunt indicate în tabelul nr. 6.

Tabelul nr. 6

| Varianta | Investiția [M(i,j)] | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|---|
| V1 - canal beton | $I_1$ | 0,085052 | 0,085052 |
| V2 - canal gabioane | 1,321 ▪ $I_1$ | 0,064433 | 0,064433 |
| V3 - lucrări minore | 0,1 ▪ $I_1$ | 0,850515 | 0,850515 |

Dacă se elimină V3, rezultatele sunt cele prezentate în tabelul nr. 7.

Tabelul nr. 7

| Varianta | Investiția [M(i,j)] | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|---|
| V1 - canal beton | $I_1$ | 0,568966 | 0,568966 |
| V2 - canal gabioane | 1,32 ▪ $I_1$ | 0,431034 | 0,431034 |

**5.2.** Criteriul C1.2. - costul efectelor secundare, note primare

Valorile de investiții aferente celor 3 variante se exprimă în multiplii costurilor efectelor secundare aferente variantei $V_3$, notate cu $E_3$. Calculul din tabelul nr. 8 se face similar cu cel de la subpct. 5.1.

Tabelul nr. 8

| Varianta | Investiția [M(i,j)] | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|---|
| V1 - canal beton | 0,1 ▪ $E_3$ | 0,488 | 0,488 |
| V2 - canal gabioane | 0,1 ▪ $E_3$ | 0,488 | 0,488 |
| V3 - lucrări minore | 2 ▪ $E_3$ | 0,024 | 0,024 |

Dacă se elimină varianta V3, criteriul C1.2 dispare în întregime.

**5.3.** Criteriul estetic - C2.1. Variantele primesc note primare prin apreciere, după procedura descrisă la art. 15 lit. c) pct. c1) din anexa nr. 1 la normativul tehnic (note de la 1 la 10). Notele primare se normalizează folosindu-se relația:

$$N(i,j) = \frac{N^*(i,j)}{\sum_{j=1}^{n} N^*(i,j)}$$

Rezultatele sunt prezentate în tabelul nr. 9.

Tabelul nr. 9

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 2 | 0,143 |
| V2 - canal gabioane | 9 | 0,642 |
| V3 - lucrări minore | 3 | 0,215 |

Dacă se elimină V3, rezultatele sunt cele evidențiate în tabelul nr. 10.

Tabelul nr. 10

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 2 | 0,182 |
| V2 - canal gabioane | 9 | 0,818 |

**5.4.** Criteriul regim populație - C2.2. Notarea variantelor se face prin apreciere, ca la subpct. 5.3, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul nr. 11.

Tabelul nr. 11

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 4 | 0,286 |
| V2 - canal gabioane | 8 | 0,572 |
| V3 - lucrări minore | 2 | 0,142 |

Dacă se elimină V3, rezultatele sunt cele evidențiate în tabelul nr. 12.

Tabelul nr. 12

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 4 | 0,33 |
| V2 - canal gabioane | 8 | 0,67 |

**5.5.** Criteriul grad de afectare al ecosistemelor existente - C3.3. Notarea variantelor se face prin apreciere, ca la subpct. 5.4, iar rezultatele sunt cele prevăzute în tabelul nr. 13.

Tabelul nr. 13

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 1 | 0,056 |
| V2 - canal gabioane | 8 | 0,444 |
| V3 - lucrări minore | 9 | 0,5 |

Dacă se elimină V3, rezultatele sunt cele evidențiate în tabelul nr. 14.

Tabelul nr. 14

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 1 | 0,11 |
| V2 - canal gabioane | 8 | 0,89 |

**5.6.** Criteriul IGSA - indicele impactului global datorat soluțiilor de amenajare - C3.1 necesită o analiză detaliată de calcul al valorilor elementelor

acestui indice, conform celor arătate la pct. 2 din anexa nr. 2 la normativul tehnic.

**a)** Pentru toate variantele, coeficienții A, R şi T sunt comuni, şi anume:

- lungimea sectorului afectat, de 3,2 km anterior şi 0,58 km pe sectorul analizat din lungimea tronsonului de 10 km, reprezintă 37,8%, de unde rezultă A = 4,4;
- rangul fluvial este R = 8 (tabel nr. 1, râu categoria I, 1 <= Q(m) < 5, de interes ecologic);
- durata de remanență T = 20 de ani.

**b)** Intensitatea impactului ecologic I sau costul ecologic este foarte mică pentru varianta 3, care nu modifică condițiile de scurgere. Se adoptă în mod arbitrar valoarea 0,1.

Pentru celelalte două variante, coeficienții I(i) se determină astfel:

**a)** pierderea sinuozității. Lungimea desfăşurată (albia naturală) are 578 m şi o lungime de 430 m în linie dreaptă între capetele sectorului amenajat. Lungimea desfăşurată în varianta V1 este de 433 m, iar în varianta V2, 557 m. Sinuozitățile sunt în consecință:

- albie naturală - S(n) = 578/430 = 1,344;
- amenajat V1 - S1 = 433/430 = 1,007;
- amenajat V2 - S2 = 557/430 = 1,295.

Diferențele de sinuozitate între situația de după amenajare şi cea naturală sunt a1 = 0,337 şi, respectiv, a2 = 0,288; acestora le corespund, conform graficului din fig. 3 din anexa nr. 1, coeficienții de cost ecologic I1(V1) = 7,8 şi I1(V2) = 7,8 - 6,8 = 1;

**b)** reducerea spațiului de libertate, reducerea frecvenței inundațiilor laterale şi modificarea lățimii de scurgere la etiaj au coeficienți $I_2 = I_3 = I_4 = 0$ pentru ambele variante, întrucât acestea nu realizează îndiguiri şi păstrează lățimea albiei din regim natural;

**c)** alterarea structurilor de adăpost se determină conform tabelului nr. 2 din anexa nr. 2 şi conduce la I5(V1) = I5 (V2) = 12;

**d)** alterarea stabilității substratului, măsurată prin frecvența debitelor capabile de a antrena substratul, se determină conform graficului prevăzut în fig. 7 din anexa nr. 2. În regim natural se apreciază că frecvența debitelor capabile de a antrena substratul este de 6 valori/an. În ambele variante, debitele respective nu au şanse să apară în cursul unui an obişnuit, astfel că $I_6$ (V1) = $I_6$ (V2) = 2;

**e)** pierderea de lățime inundabilă la viituri cu asigurarea de 3% este nulă în ambele variante, astfel că $I_7$ (V1) = $I_7$ (V2) = 0;

**f)** numărul de obstacole artificiale în calea circulației peştilor pe tronsonul de 10 km nu se modifică datorită amenajării în ambele variante, conducând la $I_8$ (V1) = $I_8$ (V2) = 0.

Suma coeficienților I1... I8 rezultată este, în consecință, egală cu:

- în varianta V1: I = 21,8;
- în varianta V2: I = 15.

Conform relațiilor de calcul IGSA = L ▪ I ▪ T ▪ $w^2$ ▪ $10^{-4}$ şi L = (l/w) ▪ A ▪ R (cu notațiile de la pct. 3 din anexa nr. 2), cu $w^2$ = 1 ha în ambele variante şi ştiind că $w_1$ = 19,2 m şi $w_2$ = 32,9 m, rezultă L (1) = 430/19,2=22,4 şi L (2) = 430/32,9 = 13,1, din care se deduce valoarea finală a IGSA (indicele impactului global datorat soluțiilor de amenajare) pentru cele două variante:

- varianta 1 - IGSA = 0,9766;
- varianta 2 - IGSA = 0,393.

Cele două valori sunt considerate caracteristici primare pentru variante. Notele primare şi normalizate, calculate potrivit relațiilor prezentate la art. 15 şi 16 din anexa nr. 1 la normativul tehnic vor avea valorile din tabelul nr. 15.

Tabelul nr. 15

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 0,075466 | 0,075466 |
| V2 - canal gabioane | 0,187532 | 0,187532 |
| V3 - lucrări minore | 0,737002 | 0,737002 |

Dacă se elimină V3, rezultatele sunt cele precizate în tabelul nr. 16.

Tabelul nr. 16

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 0,286945 | 0,286945 |
| V2 - canal gabioane | 0,713055 | 0,713055 |

**5.7.** Criteriul IGSC - indicele impactului global datorat soluțiilor constructive - C3.2 se determină prin calcul, conform subpct. 4.1. din anexa nr. 2. Coeficientul I(c) va avea, conform tabelului 3 din anexa nr. 2, următoarele valori:

- varianta 1 - structură rigidă, artificială, nefavorabilă creşterii vegetației - I(c) = 10;
- varianta 2 - structură plastică, mixtă, favorabilă creşterii vegetației - I(c) = 1;
- varianta 3 - regim natural, nu prea favorabilă creşterii vegetației - I(c) = 1.

Cu aceste valori se calculează indicele impactului global datorat soluțiilor constructive, cu relația IGSC = A ▪ R ▪ I(c) ▪ T ▪ (l/w) ▪ $w^2$ ▪ $10^{-4}$, perfect similară cu cea de la calculul ISGA, unde I este înlocuit cu I(c).

**5.8.** Rezultă valorile:

- varianta 1 - IGSA = 0,448;
- varianta 2 - IGSA = 0,0262;
- varianta 3 - IGSA = 0,0262.

Cele trei valori sunt considerate caracteristici primare pentru variante, notele primare şi normalizate având valorile din tabelul nr. 17.

Tabelul nr. 17

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 0,02841 | 0,02841 |
| V2 - canal gabioane | 0,485795 | 0,485795 |
| V3 - lucrări minore | 0,485795 | 0,485795 |

Dacă se elimină varianta V3, rezultatele sunt cele indicate în tabelul nr. 18.

Tabelul nr. 18

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 0,055251 | 0,055251 |
| V2 - canal gabioane | 0,944749 | 0,944749 |

**5.9.** Criteriul C3.3 - gradul de afectare al ecosistemelor existente. Variantele primesc note primare prin apreciere, după procedura descrisă la art. 15 lit. c) pct. c1) din anexa nr. 1 la normativul tehnic, cu note de la 1 la 10, după care se normalizează. Rezultatele sunt prezentate în tabelul nr. 19.

Tabelul nr. 19

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 2 | 0,2 |
| V2 - canal gabioane | 7 | 0,7 |
| V3 - lucrări minore | 1 | 0,1 |

Dacă se elimină varianta V3, rezultatele sunt cele reprezentate în tabelul 20.

Tabelul nr. 20

| Varianta | Nota primară N^* | Nota normalizată |
|---|---|---|
| V1 - canal beton | 2 | 0,22 |
| V2 - canal gabioane | 7 | 0,78 |

**6.** Calculul punctajelor

**6.1.** După încheierea notării tuturor variantelor pe toate criteriile, operaţiunile următoare sunt cele descrise în art. 17 din anexa nr. 1 la normativul tehnic. Rezultatele sunt cele din tabelele nr. 21 şi 22, în două cazuri de variante analizate.

**a)** Cazul cu 3 variante - V1, V2, V3, incluzând varianta "zero"

Tabelul nr. 21

| Criteriul | Ponderea P | Subcriteriul | Ponderea p | Varianta 1 | | Varianta 2 | | Varianta 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Nota normalizată | Nota ponderată $Np_1$ | Nota normalizată | Nota ponderată $Np_2$ | Nota normalizată | Nota ponderată $Np_3$ |
| Economic C1 | 0,415 | investiţii - C1.1 | 0,207 | 0,085 | 0,018 | 0,064 | 0,013 | 0,851 | 0,177 |
| | | efecte secundare - C1.2 | 0,207 | 0,488 | 0,101 | 0,488 | 0,101 | 0,024 | 0,005 |
| Social - C2 | 0,17 | estetic - C2.1 | 0,057 | 0,143 | 0,008 | 0,642 | 0,037 | 0,215 | 0,012 |
| | | regimul populaţiei - C2.2 | 0,113 | 0,286 | 0,032 | 0,572 | 0,065 | 0,145 | 0,016 |
| Ecologic - C3 | 0,415 | IGSA - C3.1 | 0,137 | 0,075 | 0,010 | 0,188 | 0,026 | 0,737 | 0,101 |
| | | IGSC - C3.2 | 0,207 | 0,028 | 0,006 | 0,486 | 0,101 | 0,486 | 0,101 |
| | | gradul de afectare ES - C3.3 | 0,070 | 0,056 | 0,004 | 0,444 | 0,031 | 0,5 | 0,035 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL | 1 | | 1 | | 0,179 | | 0,374 | | 0,447 |

**b)** Cazul cu două variante - V1, V2

Tabelul nr. 22

| Criteriul | Pondere P | Subcriteriul | Pondere p | Varianta 1 | | Varianta 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Nota normalizată | Nota ponderată $Np_1$ | Nota normalizată | Nota ponderată $Np_2$ |
| Economic - C1 | 0,415 | investiţii - C1.1 | 0,2075 | 0,569 | 0,118 | 0,431 | 0,089 |
| | | efecte secundare - C1.2 | 0,2075 | 0 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| Social - C2 | 0,17 | estetic - C2.1 | 0,057 | 0,182 | 0,010 | 0,818 | 0,047 |
| | | regimul populaţiei - C2.2 | 0,113 | 0,333 | 0,038 | 0,667 | 0,075 |
| Ecologic - C3 | 0,415 | IGSA - C3.1 | 0,13695 | 0,287 | 0,039 | 0,713 | 0,098 |
| | | IGSC - C3.2 | 0,2075 | 0,055 | 0,011 | 0,945 | 0,196 |
| | | gradul de afectare ES - C3.3 | 0,07055 | 0,11 | 0,008 | 0,89 | 0,063 |
| TOTAL | 1 | | 1 | | 0,225 | | 0,568 |

**7.** Comparaţia variantelor iese şi mai bine în evidenţă dacă calculăm rapoartele dintre punctajele ponderate ale variantelor V2 şi V3 cu cele ale variantei 1, luată ca variantă de referinţă. În ultima coloană este redat raportul dintre valorile notelor ponderate ale variantelor 2 şi 3. Rezultatele sunt prezentate în tabelele nr. 23 şi 24.

**a)** Cazul cu 3 variante (V1, V2, V3)

Tabelul nr. 23

| Criteriul | $Np_1$ | $Np_2$ | $Np_3$ | $Np_1/Np_2$ | $Np_2/Np_1$ | $Np_3/Np_1$ | $Np_2/Np_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| investiţii - C1.1 | 0,018 | 0,013 | 0,177 | 1 | 0,753 | 10,012 | 0,075 |
| efecte secundare - C1.2 | 0,101 | 0,101 | 0,005 | 1 | 1,000 | 0,050 | 20,000 |
| estetic - C2.1 | 0,008 | 0,037 | 0,012 | 1 | 4,490 | 1,503 | 2,986 |
| regimul populaţiei - C2.2 | 0,032 | 0,065 | 0,016 | 1 | 2,000 | 0,507 | 3,945 |
| IGSA - C3.1 | 0,010 | 0,026 | 0,101 | 1 | 2,507 | 9,827 | 0,255 |
| IGSC - C3.2 | 0,006 | 0,101 | 0,101 | 1 | 17,357 | 17,357 | 1,000 |
| gradul de afectare ES - C3.3 | 0,004 | 0,031 | 0,035 | 1 | 7,929 | 8,929 | 0,888 |
| TOTAL | 0,179 | 0,374 | 0,447 | 1 | 2,083 | 2,494 | 0,835 |

**b)** Cazul cu două variante (V1, V2)

Tabelul nr. 24

| Criteriul | $Np_1$ | $Np_2$ | $Np_1/Np_1$ | $Np_2/Np_1$ |
|---|---|---|---|---|
| investiţii - C1.1 | 0,118 | 0,089 | 1 | 0,757469 |
| efecte secundare - C1.2 | 0,000 | 0,000 | 1 | 1 |
| estetic - C2.1 | 0,010 | 0,047 | 1 | 4,494505 |
| regimul populaţiei - C2.2 | 0,038 | 0,075 | 1 | 2,003003 |
| IGSA - C3.1 | 0,039 | 0,098 | 1 | 2,484321 |
| IGSC - C3.2 | 0,011 | 0,196 | 1 | 17,18182 |
| gradul de afectare ES - C3.3 | 0,008 | 0,063 | 1 | 8,090909 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TOTAL | 0,225 | 0,568 | 1 | 2,52931 |

**8.** Comentarii asupra rezultatelor

**a)** În cazul comparării a 3 variante se pot face următoarele comentarii:

- varianta V3 - nerealizarea amenajării - rezultă a fi cea mai avantajoasă, datorită investițiilor mici şi prezervării ecosistemelor existente;
- diferența de punctaj față de varianta V2 - structură din gabioane Macaferri cu taluzuri înierbate - este relativ mică, de 16,5%; consultarea populației din zonă, inclusiv a celei care utilizează drumul județean, ar conduce probabil la o decizie de realizare a lucrării în varianta V2, care ar micşora disconfortul permanent dat de instabilitatea malurilor albiei minore;
- varianta V1 - structură din beton - este cea mai dezavantajoasă, deşi are costuri de investiție cu 24,26% mai mici decât varianta V2;
- sub rezerva reanalizării detaliate şi a consultării populației locale privind realizarea amenajării, se recomandă adoptarea soluției cu structură din gabioane Macaferri cu taluzuri înierbate - V2.

**b)** În cazul comparării a două variante, admițând că amenajarea se realizează în orice caz, se pot face următoarele comentarii:

- varianta V2 - structură din gabioane Macaferri cu taluzuri înierbate - este net mai avantajoasă, în afara oricărei discuții;
- în pofida costurilor de investiție considerabil mai mari, cu peste 24%, avantajele datorate soluțiilor constructive, afectării populației, inclusiv a peisajului, şi conservării convenabile a ecosistemelor sunt decisive;
- se recomandă în mod ferm adoptarea soluției cu structură din gabioane Macaferri cu taluzuri înierbate - V2.

**c)** Analiza adoptării soluției de amenajare prin metoda deciziei multicriteriale arată în mod clar faptul că luarea în considerare exclusivă a criteriului de cost al investiției este dezavantajoasă pe ansamblul exigențelor şi intereselor generale şi locale.