

The background of the slide is a light blue gradient. It is decorated with several realistic water droplets of various sizes and shapes, scattered across the top and bottom edges. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

Aplicarea metricilor peisagistice în studiile de mediu

Structura cursului

24: 11

Metrici peisagistice (*landscape metrics*) - *Fundamente teoretice. Programe dezvoltate. Aplicabilitate. Prezentare baza de date. Prezentare Fragstats*

8: 12

Metrici peisagistice (*landscape metrics*) – *Structura/Configurația peisajului. Produe software folosite, Fragstats,R, ArcMap*

15: 12

Fragmentarea peisajelor/ software R, analiza multivariată - RDA

5: 01

Participatory approach/ *Abordare participativă. Planning and decision-making process.*

12: 01 - Evaluare

FORMA DE EXAMINARE:

CURS:

EVALUARE CONTINUĂ ONLINE: TESTAREA CUNOȘTINȚELOR PRIN PLATFORMA KAHOOT! (PONDEREA DIN NOTA FINALĂ 40%, PUNCTAJ MAXIM 4);

2 PUNCTE PENTRU FIECARE JOC: 100 - 75 % = 2PCT; 50 - <75% = 1,5PCT; 25-<50% = 1 PCT; < 25% = 0,5PCT.

EVALUARE PROIECT (PONDEREA DIN NOTA FINALĂ 60%, PUNCTAJ MAXIM 6);

PENTRU RĂSPUNSURI

LA CURSURI/LUCRĂRI PRACTICE (se pot primi +)

ABSENȚA: la orele de curs/ I.P.(*maxim 2 ședințe*) implică pe lângă materia predată, parcurgerea articolelor primite în baza de date, (*pentru evaluarea finală*).

Nota maximă obținută = **7**



Terminologie/Confuzii

Termenului englezesc *metric* se traduce prin substantivul feminin *metrică* (pl. *metrici*), și nu prin substantivul masculin *metric* (pl. *metrici*).

Această opțiune este în concordanță cu dicționarul de neologisme (marcu & manea, 1978; edit. academei R. S. România), marele dicționar de neologisme (Marcu, 2000; Edit. Saeculum), care includ substantivul feminin *metrică* (genitiv *metricii*) cu sensul de „sistem de măsuri care se asociază unei măsuri date”.

Termenul sinonim din limba franceză este *métrique* (s.f.) iar cel din limba germană este *metrik* (s.f.). prima lucrare în limba română dedicată acestei teme (Schreiber, Drăguț & Man, 2003) utilizează, la rândul ei, sintagma *metrica peisajului*. în plus, substantivul feminin *metrică* este un termen deja consacrat în limbajul de specialitate matematic.

NU RECOMAND UTILIZAREA TERMENULUI DE **METRICII PEISAJULUI!!!!**

RECOMANDĂM METRICI PEISAGISTICE SAU LANDSCAPE METRICS.

Două nume (*corifei*) sunt cunoscute pentru acest tip de analiză (primele abordări):

1. **Troll** a definit ecologia peisajului ca fiind „*studiul relațiilor de cauzalitate dintre comunitățile vii și mediul lor*”, acestea fiind „*exprimate regional într-o structură de distribuție (mozaic peisagistic, structură peisagistică)*” [Troll, 1971, citat de Wu, 2006].
2. **Turner** (1990,2001,2005), „*elementul comun în definirea ecologiei peisajului fiind focusarea pe înțelegerea interacțiunilor reciproce dintre eterogenitatea spațială și procesele ecologice*”.

Practic această caracterizare reia definiția lui Troll, dar înlocuiește termenul mai vag de *mediu* cu cel de *eterogenitate spațială*, relevând implicit importanța cuantificării acestei repartiții neuniforme a trăsăturilor într-un areal de studiu.

Tendențele actuale în cuantificarea atributelor peisagistice au început să se cristalizeze în literatura de specialitate internațională în anii 1980–1990, odată cu dezvoltarea unor noi direcții în știința - *Ecologia Peisajului- Landscape Ecology*

Landscape metrics au apărut în anii `80 `90 în contextul analizării *landscape pattern analysis* (***patternuri spațiale***). **De evitat traducerea prin trăsături!!!** (***vezi explicații curs anul I***)

LM sunt algoritmi care cuantifică caracteristici spațiale la nivel de *patch*-uri, clase de *patch*-uri, sau întregul mosaic de peisaj. (*Frg., Help, 2015*).

Suportul de lucru l-au reprezentat patru tipuri de *spatial data* (date spațiale): *point patterns* (modele tip punct); *linear network patterns* (modele lineare de rețea); *surface patterns* (modele de tip suprafață); *categorical map patterns* (modele pe categorii de harti)

Legendre & Fortin, 1989; Turner, 1990; Forman & Godron, 1996, Gustafson, 1998, Wu et al. 2002, etc.

Analiza spațială oferă cele mai importante informații despre „*patterns-patternuri*„

Ele sunt strâns legate de informațiile pe care le extragem de pe suportul cartografic/ date colectate. Ele se află în legătură directă cu caracterizarea omogenității/eterogenității spațiale.

Patternuri definite de puncte (spatial point patterns) identificarea acestor date este mai mult legată de **identificarea la scara spațială** a punctelelor care tind să fie mai mult sau mai puțin grupate decât este anticipat în condiții normale.

Există o varietate de metode dezvoltate pentru acest scop (*Greig-Smith 1983, Stupariu et al. 2020*). *De exemplu: identificarea copacilor izolați (forma de reprezentare = punct).*

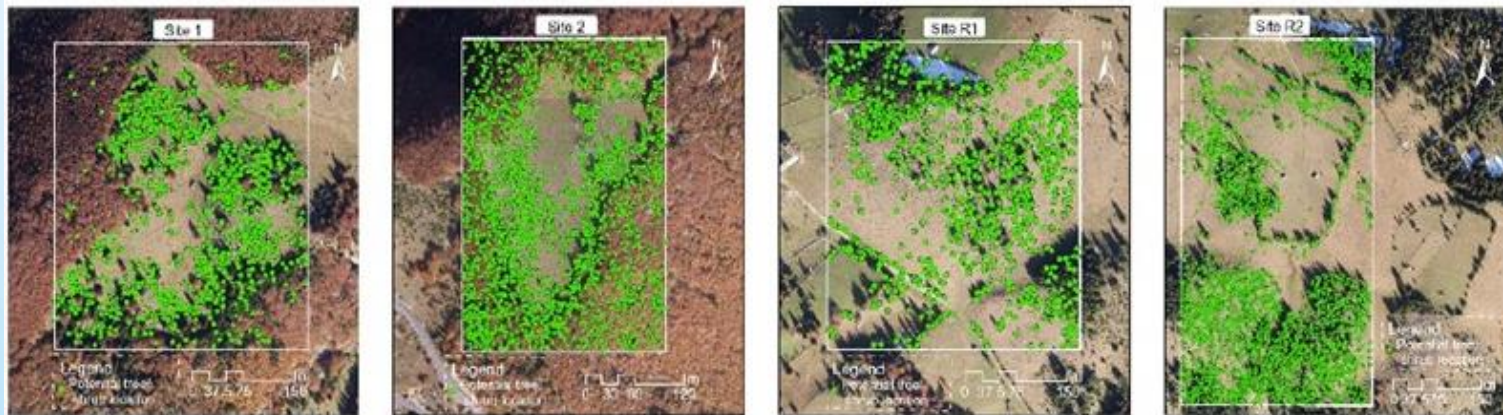


Figure 8. Potential locations of scattered trees labelled on the orthophotomaps.

Patternuri definite de caractere liniare (linear network patterns)



Corredor Florestal – Pontal do Paranapanema in Brazil demonstrates that large-scale restoration efforts can utilise connectivity conservation strategies.
© IPE / Laury Cullen Jr; reproduced under Creative Commons.

Identificarea pattenurilor de *tip linear* este în general importantă pentru *conectivitate* (aliniamente de arbori într-un peisaj agricol, rețele verzi). *Forma de reprezentare = linie/poligon*

De mare interes este localizarea lor sau densitatea lor (Forman, 1995).

Conservarea unor specii poate depinde foarte mult de cum sunt planificate și aplicate aspectele legate de conectivitate.

După:
Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors
Best Practice Protected Area Guidelines
Series No. 30

Patternuri definite de complexitatea suprafețelor (surface patterns)

Sunt exprimate prin analize cantitative focusate pe:

- suprafața reală (3D) unde se ia în calcul nu numai distribuția spațială dar și altitudinea, geologia, solul (ca variabile care explică această complexitate – *explanatory variables*).
- aceste patternuri se mai pot exprima și prin gradientul de peisaj, (Cushman, 2004). Datele utilizate sunt de tip poligon (format vectorial) sau celule de caroiaj („grid cells” în format raster).



Rucăr-Bran Passageway



Selected area - Fundata



0 0.25 0.5 1 1.5 2 Km

Pătru-Stupariu I., Stupariu M.S., Stoicescu I., Peringer A., Buttler A., Fürst Ch. (2017) Integrating geo-biodiversity features in the analysis of landscape patterns, Ecological Indicators 80: 363–375.

Ne amintim...

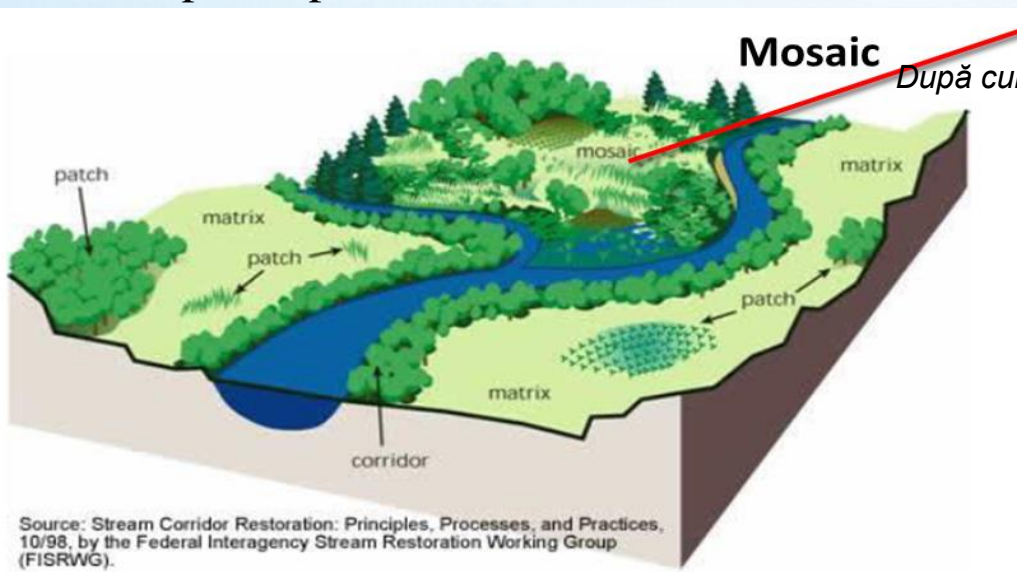
În **Ecologia Peisajului**, **peisajul** este compus din **elemente spațiale**.

Aceste elemente sunt cunoscute/dispuse după modelul *patch-coridor-matrice* - (*patch-corridor-matrix model*, Forman, 1995).

Dimensiunea și configurația acestor elemente definesc *patternurile peisajului* (amintite anterior).

Acești termeni fac referire la analiza spațială și se definesc prin raportare la fenomenul studiat.

Există multe definiții ale peisajului, însă în **analiza spațială** „peisajul nu este în mod obligatoriu definit de mărimea sa, ci mai degrabă este definit de un **mozaic de „patch-uri”** aflate în interacțiune, relevante pentru fenomenul studiat (la orice scară/ la scări diferite). (FRAGSTATS HELP,4).

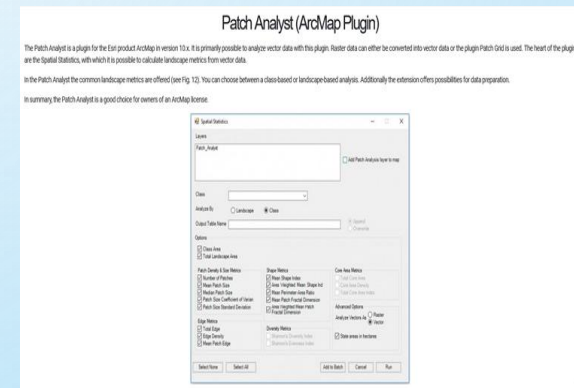
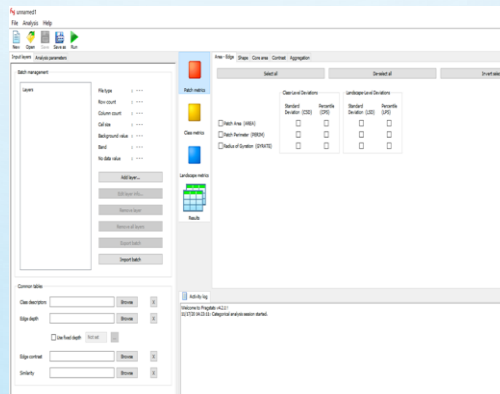
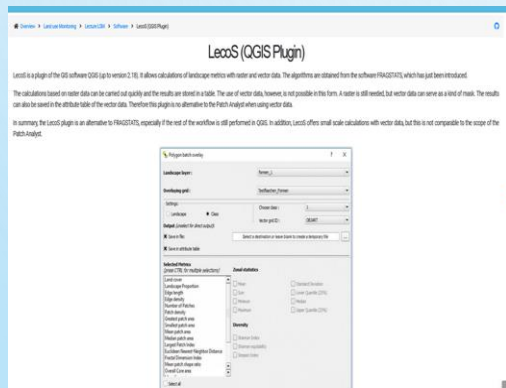


În acest sens s-au dezvoltat o serie **de metrici de tip *landscape metrics*** (Forman și Godron 1986, O'neill et al. 1988, Turner 1990, Baker 1992, Gustafson și Parker 1992, McGarigal și Marks 1995, Jaeger 2000, McGarigal et al. 2002).

Concomitent cu perfecționarea sistemului de metrici și valorificând facilitățile oferite de sistemele informaționale geografice, au fost dezvoltate **programe** care calculează o varietate extrem de largă de metrici:

Fragstats (Mcgarigal & Marks, 1995; Mcgarigal et al., 2002)
Leap ii (schnekenburger et al. 1997);
V-late (lang & tiede 2003).

De asemenea, o parte din metrici pot fi calculate folosind extensii adecvate ale *ArcGis* (*Patch analyst*), *Idrisi* (*Pattern*).



Landscape metrics : aplicabilitate (Uuemaa Evelyn, 2009, 2012)

Landscape ecology: *landscape metrics* sunt cea mai cunoscută metodă folosită în analiza: *landscape patterns, landscape structure, landscape functions*.

Biodiversitate: *landscape metrics* sunt folosite din perspectiva interpretării **valorii ecologice a peisajelor** (bogăția, diversitatea de specii versus anumite tipuri de habitate).

Ex de **LM** : NP (*number of patches*), DP (*patch density*) ED (*edge density*), Shannon's/ Simpson's Diversity Index

Land use/land cover/land use change (LUCC) utilizarea și ocuparea terenurilor/inclusiv schimbările): *landscape metrics* sunt folosite pentru a obține date despre spațiile urbane rurale; arii protejate; păduri etc.

De exemplu, în *forest management*, *landscape metrics* sunt folosite pentru **monitorizarea schimbărilor** (despăduriri, împăduri).

Ex de **LM**: *Shape* (măsoară configurația geometrică a *patch-ului*, arie, perimetru)

Pa_(*patch_area*) Sa (*shape area*)

Planificarea peisajului: Botequilha Leitão et al. (2006) pun accent pe aplicabilitatea metricilor în planificarea peisagistică și în gestiunea teritorială sustenabilă.

Ex de **LM**: PR = numărul de LCT (*patches richness*), Prox. = Izolarea, vecinătate (*proximity index*)

Fragmentarea peisajelor: a fost analizată din 1989, în legătura cu: despăduriri, schimbări în utilizarea și ocuparea solului, fragmentarea habitatelor, fragmentarea peisajelor *versus* fenomenul *de urban sprawl*, fragmentarea datorată dezvoltării infrastructurii etc.

Ex de **LM**: NP (*Number of Patches*), DP (*Pacth Density*) ED (*Edge Density*), Core (*Core area*), S (*Split-index*), EMS (*Effective mesh size*).

Serviciile ecosistemelor: *landscape metrics* se folosesc în evaluarea serviciilor ecosistemelor.

Ghidul the millennium ecosystem assessment (MEA), TEEB, CICES (<http://www.Maweb.Org>) identifică anumite servicii produse de ecosisteme care de-a lungul timpului au trecut printr-un proces de degradare (datorită exploatării necontrolate a resurselor naturale de către oameni).

Ex de LM : Core (*Core area*), Shannon's Diversity Index.

SERVICII DE SPRIJIN	<i>Servicii care sunt necesare pentru producerea tuturor celorlalte servicii ale ecosistemului . Formarea solului, fotosinteza, producția primară, circuitul nutrienților și circuitul</i>
SERVICII DE APROVIZIONARE	<i>Produse obținute din ecosistem. Lemn, fibre, combustibili, resurse genetice, produse biochimice, produse medicinale naturale și farmaceutice, resurse de apă dulce</i>
SERVICII DE REGLARE	<i>Beneficii obținute din reglarea proceselor ecosistemului. Reglarea calității aerului, reglarea climei, reglarea apelor, reglarea eroziunii, purificarea apelor, reglarea bolilor, reglarea dăunătorilor, polenizarea, reglarea pericolelor de dezastre naturale</i>
SERVICII CULTURALE	<i>Alte beneficii decât cele materiale obținute de oameni de la ecosisteme. Îmbogățirea spirituală, dezvoltarea cognitivă, experiențe de reflectare, recreere și estetice</i>

După Serviciile naturii, Ghidul *The Millennium Ecosystem Assessment* <http://www.maweb.org>

Structura/compoziția și configurația peisajelor

Peisajul prezintă două caracteristici fundamentale : *structura/compoziția și configurația* (Forman,1995).

1. **Structura/compoziția peisajului** - varietatea și abundența arealelor privind caracteristicile legate de diversitate.
2. **Configurația peisajului** - în contrast cu structura se referă la caracterul spațial, la dispunerea, poziția sau orientarea elementelor de peisaj.

Ambele se măsoară (cuantifică) cu ajutorul *landscape metrics (LM)*.

Metricile de structură/compoziție măsoară: numărul tipurilor de areale, delimitate d.p.d.v. peisagistic, proporțiile în care sunt repartizate, oferind informații despre diversitatea peisajului.

Definesc **nu** caracterul spațial, ci *efectul spațial*.

Metricile de configurație măsoară perimetrul, distanța dintre areale, grupuri de areale. Definesc *caracterul spațial*.

Caracteristica esențială a utilizării metricilor este legată de compararea diferitelor peisaje, evaluarea aceluiași peisaj în timp sau compararea aceluiași peisaj după scenarii diferite (Gustafson, 1998).

Ce se măsoară în cadrul structurii/compoziției ?

Abundența proporțională a fiecărei clase (*proportional abundance of each class*): este proporția fiecărei clase în raport cu întregul mozaic peisagistic.

Bogația (*richness*) - numărul diferitelor tipuri de patch-uri.

Uniformitatea (*evenness*) - reprezintă abundența relativă a diferitelor tipuri de patch-uri. Ceea ce înseamnă că, uniformitatea este considerată **1 atunci când mozaicul de patch-uri este perfect divers**, având în vedere bogăția de patch-uri observată, și se apropie de **0 când uniformitatea scade**.

Diversitatea - este o măsură compusă din cele două menționate mai sus: *bogăție și uniformitate*. Aceasta se poate calcula într-o varietate de forme, de exemplu, LM: **Shannon, Simpson**.

Ce se măsoară în cadrul configurației?

Configurația spațială se referă la caracterul spațial (dispunerea, poziția, orientarea patch-urilor raportată la clasa sau întregul peisaj). Astfel, se pot cuantifica aspecte legate de: (Frg, Help, 2015).

Izolarea patch-urilor (sau patch-urile de contagiune) se face în raport cu alte patch-uri. Arată relația spațială a patch-urilor și a tipurilor de patch-uri (de exemplu, cel mai apropiat vecin).

Forma (*patch shape complexity*) poate exprima complexitatea formei. Se poate exprima prin dimensiunea fractală.

Zona de bază/nucleu (core area) poate fi calculată pentru fiecare patch, și identificată o zona centrală și o zonă tampon (sau de margine) zona de margine trebuie sa fie specificată și delimitată printr-un buffer.

Edge buffer este distanta de la care „ core/nucleul„ unui patch se consideră **că nu este afectat de marginea acestuia.**

Zona de patch, dimensiunea

Dimensiunea patch-urilor este dată de suprafața totală a acestora.

Dimensiunea patch-ului poate fi, de asemenea, caracterizată prin *dimensiunile sale spațiale*. De exemplu, cât de departe ajunge, acest lucru este cunoscut sub numele de raza patch-ului (*patch radius of gyration, prg*).

Prg măsoară în medie cât de departe în peisaj un patch se extinde, luând în calcul distanța medie dintre celulele unui patch.

Se poate aplica pentru a identifica deplasarea unui organism într-un patch înainte de a întâmpina limita acestuia dintr-un punct de plecare aleatoriu.

Cum calculăm?

LM exprimă caracterul spațial și distribuția patch-urilor în proximitatea fiecărei celule sau de-a lungul întregului peisaj ca întreg.

Desigur, în funcție de o ierarhie logică a eterogenității peisajului.

Patch-level metrics la nivel de *patch individual* se pot obține date cantitative de tipul perimetru, arie, formă cu toate legăturile ce se pot asocia acestora.

De exemplu, forma, izolarea, proximitatea, core.

1. *Asocierea habitatului cu patch*: multe specii de mamifere (carnivore) necesită un *habitat* mai mare decât suprafața unui patch din peisaj, astfel foarte importanta este (Robinson et al. 1989), cunoașterea suprafeței fiecărui patch care alcatuiește peisajul.

E.g. Se poate calcula cât % din suprafața studiată cuprinde patch-uri de pădure de tip core. Apoi se poate raporta la o suprafață potențială (cerințe specifice de habitat, 550 -3500 ha).

Class-level metrics : grupează patch-urile pe clase prin *simpla mediere* a valorilor patch-urilor individuale sau *medii ponderate* dacă vrem să creștem importanța patchurilor cu suprafețe mari.

Aspectul central este legat de distribuția patchurilor în cadrul claselor.

Se pot calcula : aria, forma, core, izolare, proximitate, agregare etc.

Exemplu: fragmentarea peisajelor ținând cont de clase utilizare și acoperire. Antropice (suprafața construită, categorii de drumuri etc.), naturale (bariere montane, lacuri).

La nivel de patch

Pentru *efectul de margine* (acesta este accentuat dacă apare fragmentarea peisajului/habitatului în patch-uri mici).

Pentru pădurile/peisajele forestiere considerate intacte, această fragmentare poate duce la dispariția unor specii și la favorizarea altora (ex. subarboret, plante ierbacee.)

Landscape level metrics : grupare se face la nivel de peisaj - grupează toate clasele de patch-uri.

Aceste analize la nivel de peisaj vizează compoziția și configurația întregului peisaj.
Exemplu: omogenitatea sau diversitatea peisajului.

Diversitatea speciilor sălbatice este mai mare în peisaje eterogene și diverse, (Leopold, 1933).

Exemple/Exerciții

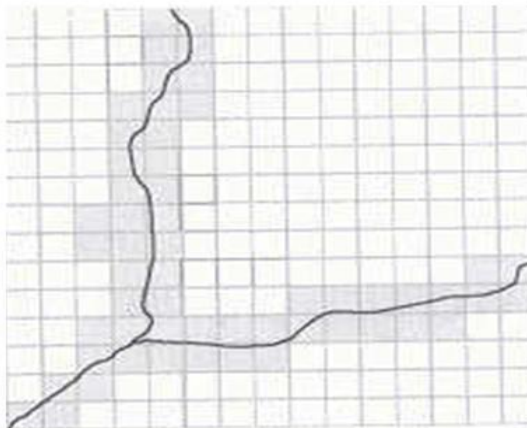
E1_ PR (*Patch Richness*) = numărul diferitelor clase de utilizare/ocupare a terenului (*LCT*) prezente în perimetrul analizat (Peisaj 1/Peisaj 2)

PR

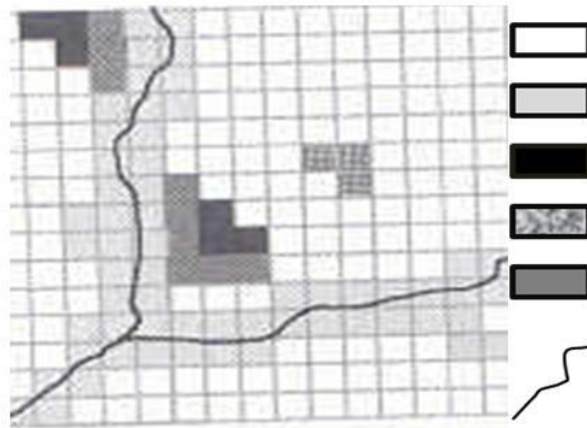
- ✓ măsoară structura peisajului (**compoziția**), fără a face referire la caracterul spațial și localizarea din mozaic.
- ✓ oferă doar informații cantitative despre numărul de *LCT*, fără a face referire la dispunerea lor spațială, la aria ocupată.
- ✓ oferă prima informație cantitativă asupra **diversității** (**configurație**) unui peisaj, care influențează procese și funcții ecologice fundamentale.

$PR(P1) = 3; PR(P2) = 6$

Peisaj 1/P1



Peisaj 2/P2



- | | |
|---|----------------------|
|  | S. arabil |
|  | S. construita |
|  | S. impadurita/padure |
|  | S. agricola /livezi |
|  | S. agricola/ pasuni |
|  | Rau |

E2_ CAP (*Class Area Proportion*)= *CAP*= fracțiunea pe care un anume *LCT* îl ocupă în perimetrul analizat.

CAP

- ✓ măsoară structura peisajului (**compoziția**); cuantificând abundența fiecarui *LCT* fără a face referire la dispunerea spațială.
- ✓ permite evaluarea gradului de răspandire a fiecarui *LCT* în perimetrul studiat.
- ✓ nu oferă informații despre caracterul spațial și configurația mozaicului de areale, aspect fundamental pentru înțelegerea potențialelor consecințe ecologice ale caracteristicilor peisajului. **Ex.:** tabel cu valori ipotetice

LCT	CA (ha)	CAP (%)
S. arabil	1295	7,2
S. construita	12636	69,7
S. impadurita/padure	1651	9,2
S. agricola/livezi	495	2,7
S. agricola/pasuni	2039	11,2
Total	18116	100

C. La nivel de patch

E3 *PN* (Patch Number), *PD* (Patch Density)

PN (Patch Number) = numărul patch-urilor dintr-un areal.

PD (Patch Density) = densitatea patch-urilor dintr-un areal.

Se exprimă la nivelul ariei totale (*nr. total pe patch-uri*)

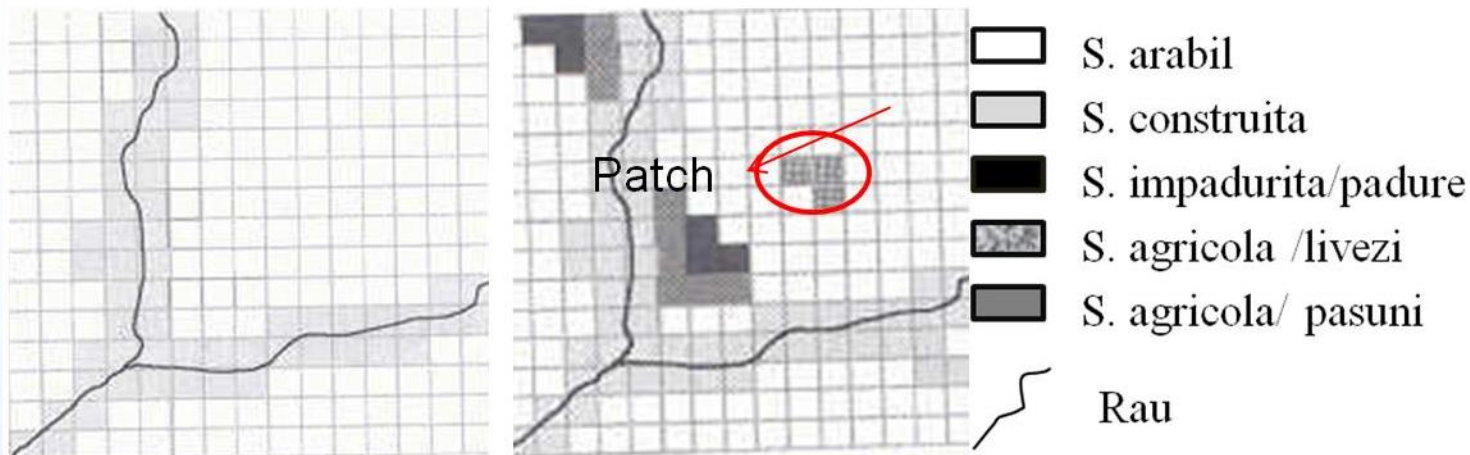
Nr total pe patch)/ *Arie Totală*

PN și PD

- pot pune în evidență aspecte importante ale structurii peisajului **(fragmentarea peisajului)**.
- nu dau informații despre suprafețele ocupate, respectiv despre distribuția spațială.
- **!** este posibil ca doua areale sa aiba același *PN* si aceleași *LCT*, dar sa fie foarte diferite din punctul de vedere al repartizării spațiale a patch-urilor.

Peisaj 1/P1

Peisaj 2/P2



LCT	<i>PN (P1)/Aria Aferenta Patch (nr)</i>	<i>PN (P2)/Aria Aferenta Patch</i>	<i>PD (P1)/Proportia</i>	<i>PD (P2)/Proportia</i>
S. arabil	3/160	5/142	0,71 (71%)	0,63 (63%)
S. construită	1/65	2/65	0,29 (29%)	0,29 (29%)
S. împadurita/padure	0	2/6	0	0,02 (2%)
S. agricolă/livezi	0	1/3	0	0,01 (1%)
S. agricola/pășuni	0	2/9	0	0,05 (5%)
Ileana Stupariu, 2020, 2021 Total (patch/arie)	225	225	1 (100%)	1 (100%)

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

ÎN ACEST CURS AU FOST CITATE: aceste lucrari și lucrări menționate in aceste surse:

Botequilha Leitão, A., Miller, J., Ahern, J., McGarigal, K. (2006) *Measuring landscapes*. Island Press, Washington

FRAGSTATS HELP, 2015 <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/>

Pătru-Stupariu, I., Stupariu, M. S., Cuculici, R. (2009) *Landscape metrics for assessment of mountain landscape using GIS applications*. Revista de Geomorfologie 11:59–62

Pătru-Stupariu I., Stupariu M.S, Tudor C.A., Grădinaru S.R., Gavrilidis A., Kienast F., Anna M. Hersperger A.M. (2015) *Landscape fragmentation in Romania's Southern Carpathians: testing a European assessment with local data* Landscape and Urban Planning 143: 1-8 F.I. 3.037/3.65

Bibliografie selectivă – menționată în text (e.g. Cushman, 2004).

Dacă utilizezi informații, idei, date, metode, interpretarea metricilor, imagini, din acest curs, citează-l ca resursă online.

<https://unibuc.ro/user/ileana.stupariu/>