

POTENZIALITÀ DI IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO DI VALUTAZIONE
GREEN BUILDING CHALLENGE (GBC) ALLA SCALA URBANA: L'INDICE DI
SOSTENIBILITÀ LOCALE (Lo.S.I.)

Sergio Mattia¹, Alessandra Oppio², Alessandra Pandolfi³

SOMMARIO

Nel quadro dell'attuale sperimentazione di strumenti di misurazione della sostenibilità alla scala locale, il presente contributo propone il modello di valutazione Local Sustainability Index (Lo.S.I.). Coerentemente con l'attenzione all'interazione combinatoria/organizzatrice tra le variabili che l'assunzione di un paradigma ecologico richiede, l'indice di circuitazione prende in considerazione 12 classi di requisiti di sostenibilità e le relazioni che tra di esse ogni intervento mette in atto. Il *framework* valutativo è stato costruito in riferimento ai sistemi di valutazione definiti nell'ambito del processo Green Building Challenge, implementato al fine di includere variabili adeguate a descrivere gli effetti dell'intervento non solo a livello dell'edificio, ma anche sul territorio. Il modello di valutazione così configurato è in corso di sperimentazione/revisione con l'obiettivo di contribuire nelle diverse fasi del processo decisionale a verificare il grado di integrazione tra risorse, funzioni, soggetti, costituendo al tempo stesso un efficace strumento di orientamento del progetto verso il soddisfacimento di requisiti di sostenibilità, nonché di produzione e trasferimento della conoscenza relativa allo stato e alle opzioni di sviluppo di aree urbane soggette a processi di riqualificazione/trasformazione.

¹ Politecnico di Milano, via Bonardi 3, 20133, Milano, e-mail: sergio.mattia@polimi.it.

² Politecnico di Milano, via Bonardi 9, 20133, Milano, e-mail: alessandra.oppio@polimi.it., *corresponding author*

³ Politecnico di Milano, via Bonardi 3, 20133, Milano, e-mail: alessandra.pandolfi@polimi.it.

1. Complessità, conoscenza e valutazione

L'istanza di dare attuazione ai principi dello sviluppo sostenibile alla scala locale e di misurarne il livello di perseguimento mediante il ricorso a sistemi di indicatori non è certo recente (Agenda 21, 1992), ma solo negli ultimi anni si è aperta una riflessione intorno alle interrelazioni tra le diverse dimensioni della sostenibilità e sulla conseguente esigenza di mettere a punto modelli di valutazione capaci di riconoscere questa mutua interdipendenza/integrazione tra aspetti diversi (Njikamp *et al.*, 1993; Fusco Girard *et al.*, 2003). La struttura concettuale alla base di questa visione della sostenibilità è quella dei sistemi a rete, la cui complessità dipende dalla dinamicità ovvero dalla possibilità che la loro configurazione cambi nel tempo, nonché dalla diversità di quelli che possono essere considerati i nodi e dei legami fra essi, che in genere presentano intensità, direzione e segno differente (Strogatz, 2001).

Il modello di valutazione – Local Sustainability Index, Lo.S.I. – proposto in questo articolo è stato definito con l'obiettivo di sperimentare una misurazione sintetica del livello di sostenibilità di progetti/interventi di trasformazione urbana e territoriale secondo una prospettiva sistemica (Bertalanffy, 1968). A tal fine, le modalità di analisi e di attribuzione di un giudizio di valore sono state stabilite in modo tale da superare l'idea che ogni aspetto necessiti del suo apparato valutativo: i livelli di valutazione sono interagenti tra loro in una prospettiva multidimensionale.

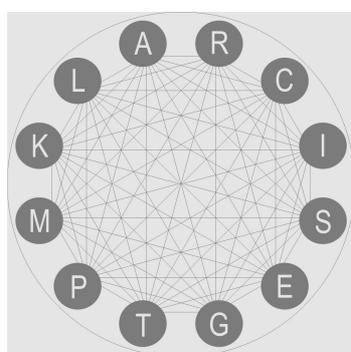
Nel riconoscimento della rilevanza delle attività valutative quali strumenti di orientamento (valutazioni ex-ante) e verifica (valutazioni in itinere) del progetto, nonché di acquisizione di conoscenze trasferibili in contesti differenti (valutazioni ex-post), il Lo.S.I. presenta un elevato grado di flessibilità operativa, che ne consente l'applicazione nelle diverse fasi del processo decisionale.

2. Valutare la sostenibilità a livello locale: il Local Sustainability Index (Lo.S.I.)

Nella sua prima formulazione il Lo.S.I. si basa sull'indice di circuitazione⁴, una variabile elaborata nell'ambito dell'ecologia del paesaggio che costituisce una misura dell'efficienza dei sistemi a rete (Haggett 1977, Forman & Godron 1986, Gibelli 1997, Campeol 2000). Coerentemente con l'attenzione all'interazione combinatoria/organizzatrice (Morin, 1980) tra le variabili che l'assunzione di un paradigma ecologico richiede, l'indice di circuitazione

⁴ L'indice di circuitazione è uno degli indici di connettività, utilizzati in genere per l'analisi dei corridoi e delle connessioni tra ecotopi nell'ambito dello studio delle reti. L'indice di connessione (gamma) è dato dal rapporto tra il numero dei legami esistenti L e il numero massimo ammissibile degli stessi (L max) = 3(V-2), essendo V il numero dei nodi. L'indice di circuitazione (alfa), applicabile sia ai sistemi antropici sia a quelli naturali, misura l'efficienza dei sistemi a rete ed è ricavato dal rapporto tra il numero dei circuiti esistenti (L-V+1) e quello massimo del sistema studiato (2V-5). Nella fase di analisi dei risultati i valori troppo bassi sono considerati degli indicatori di difficoltà di interazione tra gli elementi considerati, mentre valori molto alti devono essere verificati con il grado di frammentazione della struttura paesistica.

prende in considerazione 12 classi di requisiti di sostenibilità⁵ e le relazioni che tra di esse ogni intervento mette in atto. Le classi di requisiti sono state definite in riferimento alle aree tematiche del GBTool, il primo strumento di valutazione della sostenibilità energetico-ambientale messo a punto nell'ambito del processo Green Building Challenge (Mattia, 2007), implementate al fine di includere variabili adeguate a descrivere gli effetti dell'intervento non solo a livello dell'edificio, ma anche sul territorio. A questa scala si è ritenuto rilevante verificare se gli interventi oggetto di valutazione abbiano innescato azioni di sviluppo locale (L: sviluppo locale), mettendo in atto effetti imprevisti con ripercussioni positive sul lungo periodo (A: circoli virtuosi) mediante il ricorso a strategie di individuazione e comunicazione dei valori territoriali e culturali (K: aspetti culturali e M: *marketing* e *branding* territoriale) nel più ampio coinvolgimento di *stakeholder* e cittadini nelle diverse fasi dei processi decisionale (P: partecipazione).



- R: Consumo di risorse
- C: Carichi ambientali
- I: Qualità dell'ambiente interno
- S: Qualità del servizio
- E: Prestazioni economico-finanziarie
- G: Aspetti gestionali
- T: Assetto dei trasporti
- P: Partecipazione
- M: *Marketing* e *branding* territoriale
- K: Aspetti culturali
- L: Sviluppo locale
- A: Circoli virtuosi

Figura 1 – Schema dei legami che costituiscono l'indice di circuitazione

Rispetto all'indice di circuitazione, il Lo.S.I. prevede un duplice sistema di pesatura applicato al livello delle classi di requisiti e ai legami esistenti tra esse. La formula alla base calcolo del Lo.S.I., pertanto, è la seguente:

$$LoSI = \frac{\left(\sum_{i=1}^n L_i w_i - \sum_{j=1}^k V_j w_j + 1 \right)}{2 \left(\sum_{j=1}^k V_j w_j - 5 \right)}$$

dove L è il numero di legami e V corrisponde al numero di classi di requisiti presenti.

La pesatura delle classi è stata condotta secondo l'approccio GBTool, attribuendo una maggiore importanza ai consumi di risorse, ai carichi ambientali, nonché alla qualità

⁵ Le classi di requisiti di sostenibilità sono le seguenti: R – Consumo di risorse; C – Carichi ambientali; I – Qualità dell'ambiente interno; S – Qualità del servizio; E – Prestazioni economico-finanziarie; G – Aspetti gestionali; T – Assetto dei trasporti; P – Partecipazione; M – *Marketing* e *branding* territoriale; K – Aspetti culturali; L – Sviluppo locale; A – Circoli virtuosi.

dell'ambiente interno. Più nello specifico, i pesi adottati sono i seguenti: Consumi di risorse: 5; Carichi ambientali: 5; Qualità dell'ambiente interno: 5; Qualità del servizio: 3; Prestazioni economico-finanziarie: 4; Aspetti gestionali: 4; Assetto dei trasporti: 4; Partecipazione: 3; *Marketing e branding* territoriale: 1; Aspetti culturali: 1; Sviluppo locale: 3; Circoli virtuosi: 2. Oltre alla presenza o meno delle diverse classi di sostenibilità, l'indice prende in considerazione i legami, ovvero le interazioni tra le classi stesse. La pesatura a questo livello è stata effettuata attribuendo un'importanza minore ai legami che si considerano imprescindibili. A tal fine è stata definita una matrice di confronto a coppie, attraverso la quale a ciascun legame è stato attribuito un giudizio, tradotto successivamente in una scala semantica. I giudizi vanno da "ordinario", per i legami che in una prospettiva di sostenibilità sono considerati requisiti minimi degli interventi di riqualificazione/trasformazione urbana, ad "alto profilo", per le interazioni che richiedono un considerevole sforzo di messa a sistema di politiche settoriali, di risorse fisiche ed economiche, nonché di competenze. I giudizi intermedi sono "mediocre", "buono" ed "ottimo". La traduzione dei giudizi in una scala semantica è la seguente: ordinario=1; mediocre=2; buono=3; ottimo=4; alto profilo=5.

Questa prima versione del Lo.S.I. è stata applicata alla valutazione di un insieme di casi di valorizzazione di beni pubblici con lo scopo di verificare l'attitudine delle amministrazioni pubbliche a sperimentare nuovi approcci nella definizione delle politiche urbane e a gestire processi di trasformazione qualitativi e duraturi, nonché la capacità di perseguire concretamente i principi dello sviluppo sostenibile (Oppio, 2007). Gli interventi sottoposti a valutazione, attuati o in corso di attuazione, consistono prevalentemente nel recupero di aree ed edifici dismessi o sottoutilizzati, in cui è previsto che vengano collocate nuove funzioni, generalmente di interesse sociale e/o culturale, nel tentativo di attuare una effettiva integrazione tra istanze di miglioramento della qualità urbana, conservazione del patrimonio esistente, riequilibrio economico-sociale nel più ampio soddisfacimento dell'interesse pubblico e privato. Gli esiti di questa prima sperimentazione⁶ hanno fornito importanti spunti di implementazione del modello, a partire innanzitutto dalla necessità di rivedere il sistema di pesatura. I casi che hanno conseguito il miglior punteggio, infatti, presentano il maggior numero di legami e di vertici. A parità di classi di sostenibilità presenti, si riscontra una diffusa omogeneità nel numero dei legami. La differenza del punteggio finale, pertanto, è fortemente condizionata dalla pesatura dei legami e dei vertici, che tuttavia influiscono in modo diverso sull'esito della valutazione: all'aumentare del valore ottenuto dalla somma ponderata dei legami, il punteggio finale subisce un incremento. Un maggior valore delle classi di sostenibilità pesate, a parità del numero delle stesse e dei legami pesati, condiziona negativamente il punteggio.

⁶ I risultati dell'applicazione del modello Lo.S.I. hanno messo in luce come il 46% dei casi di studio analizzati abbia ottenuto un valore inferiore a 1, il 46% un valore compreso tra 1 e 2, mentre solo l'8% supera il valore 2, rispetto a un campo di esistenza dell'indice così calcolato che va da -0,52 a 2,65.

3. Evoluzione del modello Lo.S.I.

A partire da queste considerazioni, l'implementazione effettuata nel 2009 sul modello Lo.S.I._2006 ha portato ad un'ottimizzazione dell'indicatore di circuitazione, che rappresenta la base di partenza del modello stesso, oltre ad una razionalizzazione del sistema di attribuzione dei pesi e delle priorità.

Più nello specifico, l'evoluzione dal modello Lo.S.I._2006 al Lo.S.I._2009 riprende la struttura dell'indice di connettività nella considerazione, tuttavia, del numero massimo di vertici riscontrabili. Nell'indice di circuitazione L_{max} è da considerarsi come l'espressione del numero massimo di legami possibili in un sistema ad elevata complessità, come nel caso delle reti ecologiche (che si possono descrivere come un modello semi-aperto di rete, oltretutto, reso ancor più complesso dalla presenza di numerosi vincoli alla formazione delle connessioni), nelle quali statisticamente il numero massimo di legami individuabili non supera mai la quantità rappresentata dalla formulazione $3(V-2)$, in riferimento al concetto della cosiddetta rete minimamente connessa. Per il calcolo delle probabilità, invece, il numero massimo di legami esistenti in un sistema chiuso senza vincoli (come la struttura stessa del modello Lo.S.I._2006 suggerisce) dovrebbe essere pari alla seguente formulazione:

$$L_{max} = \frac{V_{max} (V_{max} - 1)}{2}$$

nella quale, ovviamente, ciò che conta non è la presenza di eventuali circuiti, ma il massimo numero di connessioni potenzialmente riscontrabili.

In questo senso, l'evoluzione del Lo.S.I._2007 nel Lo.S.I._2009 è rafforzata dal confronto con le tavole dei grafi planari delle connessioni, a partire dalle quali è stato elaborato un diverso metodo, il quale si fonda sulla misurazione delle variazioni percentuali del numero di legami esistenti; l'approccio citato, tuttavia, essendo legato all'applicazione dell'indice di circuitazione in ambito ecologico, differenzia tra connessioni a diverso grado di qualità, ossia di minore o maggiore significatività (legata a caratteristiche, quali la presenza di perimetri permeabili ed estesi).

Riflettendo anche sulle specificità dell'indice di accessibilità locale e sulle misure utilizzate per verificare l'efficienza delle reti infrastrutturali in termini funzionali, è risultato evidente che le criticità riscontrate nel calcolo del modello Lo.S.I._2006 potessero essere superate mediante una nuova definizione dell'indice di circuitazione tale da evidenziare il livello di connettività all'interno del reticolo stesso, senza misurare la presenza di eventuali circuiti, che, nel caso della struttura del Lo.S.I., non hanno un significato determinante nella pesatura dei rapporti tra il numero massimo di vertici e legami potenzialmente misurabili. Si sono

presi, quindi, in considerazione gli indici che rappresentano la misura dell'efficienza dei sistemi infrastrutturali, quali il numero cicломatico ν (che rappresenta il numero di circuiti linearmente indipendenti in un grafo stradale, esattamente analogo al numero di legami corrispondenti al modello della cosiddetta "rete minimamente connessa"), l'indice di circuitazione α in un sistema infrastrutturale, ancora una volta perfettamente corrispondente all'omonima variabile usata nella *landscape ecology*, l'indice di ridondanza γ , volto a misurare la cosiddetta "coesività relazionale" di un sistema infrastrutturale, ed, infine, l'indice di connettività β . L'indice di ridondanza corrisponde al rapporto intercorrente tra numero di archi esistenti (a) e quantità massima potenziale di legami (a_{max}), pari ad $n \cdot (n-1)$, secondo quanto segue:

$$\gamma = \frac{a}{a_{max}} = \frac{a}{n(n-1)}$$

mentre, l'indice di connettività misura le potenzialità di relazione all'interno della rete stessa:

$$\beta = \frac{a}{n}$$

Poiché il *framework* dell'indice Lo.S.I. non è un sistema a rete con connessioni obbligate (circuiti), ma una struttura a collegamenti liberi⁷, la formula complessiva del Lo.S.I._2006 è stata rivista come segue, portando ad un nuovo modello, il Lo.S.I._2009:

$$\gamma = \frac{L}{L_{max}} = \frac{2L}{V_{max}(V_{max}-1)}$$

Al fine di rendere ancor più significativa la formula finale del Lo.S.I._2009 in termini di ordinamento su una scala di preferenze di un campione prescelto di casi di studio da analizzare, si è sottoposta la precedente formulazione ad un'ulteriore revisione che conferisce un peso maggiore alla completezza della struttura, in termini di numero di categorie effettivamente presenti:

$$\alpha = \frac{L}{L_{max}} \cdot \frac{V}{V_{max}} = \frac{2L}{V_{max}(V_{max}-1)} \cdot \frac{V}{V_{max}} = \frac{2LV}{V_{max}^2(V_{max}-1)}$$

⁷ Il numero massimo di legami nel caso di riferimento è pari a $V_{max} = 12$ e restituisce un punteggio massimo di 66, mentre per $V_{min} = 1$ si ottiene un risultato pari a 0, esattamente come nel caso dell'indice di circuitazione della *landscape ecology* e della teoria dei grafi.

in cui si è scelto appunto di mettere in relazione tra loro il numero di legami e la quantità di vertici, secondo l'indice di connettività β tratto dalla teoria dei grafi, soppesandone la completezza della corrispondente struttura rispetto al rapporto tra elementi esistenti e potenziali. Secondo questa nuova struttura dell'indice, $V_{min} = 1$, quindi, $L_{min} = 0$, fatto da cui discende che il limite inferiore del campo di esistenza della variabile è 0. Allo stesso modo, $V_{max} = 12$ (come le categorie del Lo.S.I., appunto) ed $L_{max} = 66$ (calcolati secondo la formula $L_{max} = \frac{V_{max}(V_{max}-1)}{2} = \frac{12 \times 11}{2}$), perciò, $\alpha = 1$. Secondo questo modello risulteranno più efficienti i progetti che, a parità di numero di legami esistenti, disporranno di più vertici, ossia avranno preso in considerazione un maggior numero di tematiche rispetto alle 12 classi dell'indice di sostenibilità locale, mentre, a parità di categorie presenti, risulteranno preferibili quei casi di studio che faranno registrare un numero maggiore di connessioni. Se si dovessero verificare ulteriori sovrapposizioni nei risultati, il sistema di pesatura delle connessioni è in grado di garantire un ulteriore livello di ordinamento della scala di preferenze finali. In questo modo, si riporta la variazione dell'indice di circuitazione entro un campo di esistenza finito e, soprattutto, più facilmente comprensibile (essendo limitato inferiormente a 0 e superiormente ad 1) e si rende il modello meno soggetto ad eventuali problematiche di soggettività nell'individuazione della presenza o meno di un determinato numero di legami o, soprattutto, di specifiche connessioni, caratterizzate da un elevato peso. A questo livello, si è deciso di modificare la distribuzione dei pesi all'interno della relativa matrice, riportando il campo di esistenza del vettore di pesatura ad un insieme discreto e composto solamente da numeri dispari che variano tra 1 (connessioni ordinarie) e 7 (legami eccellenti, fortemente innovativi). In conclusione, grazie all'evoluzione del modello del Lo.S.I._2007 nel Lo.S.I._2009, il nuovo sistema di calcolo dell'indice assicura una maggiore efficienza nella determinazione delle scale di priorità, una minor probabilità di conseguimento di valutazioni ex equo, nonché una maggior stabilità del modello alle eventuali oscillazioni delle variabili analizzate.

4. Conclusioni

I risultati finora conseguiti e le criticità emerse nella prima fase di sperimentazione del Lo.S.I. hanno messo in luce la necessità di procedere all'implementazione del modello nell'ottica di una sua futura sistematica applicazione quale strumento di supporto alla decisione nei processi di trasformazione urbana/territoriale. A tal fine si rende necessario sviluppare un set di indicatori di obiettivo, realizzazione, risultato e impatto, tali da consentire una valutazione co-estensiva allo svolgimento del processo progettuale, dalla preparazione alla sua attuazione in riferimento a orizzonti temporali di breve, medio e lungo periodo, nonché ai soggetti direttamente o indirettamente da esso coinvolti.

Se selezionati coerentemente con i criteri di qualità ampiamente riconosciuti dalla letteratura valutativa (Evalsed, 1999), gli indicatori, infatti, possono costituire un efficace strumento di produzione e trasferimento della conoscenza (Gibbons *et al.*, 1994) relativa allo stato ed alle opzioni di sviluppo di un territorio . In questi contesti tipicamente i soggetti coinvolti in qualità di attori chiave presentano interessi e obiettivi differenti se non conflittuali, che dovrebbero essere discussi e confrontati apertamente, mediante figure di esperti che intervengono per chiarire da un punto di vista tecnico le diverse posizioni (Functowitz *et al.*, 1993), mettendo a disposizione la conoscenza scientifica a supporto degli argomenti della discussione e generando in questo modo forme di apprendimento collettivo (Turnhout *et al.*, 2005). In questa prospettiva anche la fase di pesatura dei criteri può essere aperta non solo al sapere esperto, ma anche a *stakeholder* e comuni cittadini, utilizzando l'analisi multicriteria decisionale (*Multicriteria decision analysis*, Mcda) come strumento di esplorazione e di negoziazione dei molteplici interessi in gioco (Mattia *et al.* 2007; Pandolfi, 2007). Un ulteriore avanzamento del modello di valutazione può essere perseguito attraverso l'applicazione di appropriati test di sensitività dinamici e di *performance*, per verificare la stabilità dei risultati ottenuti e costruire differenti scenari in relazione al variare dell'ordine di preferibilità degli elementi del sistema di valutazione.

La costruzione di un vero e proprio software, potrebbe, infine, contribuire a standardizzare il processo di valutazione e a migliorarne il livello di trasparenza, facilitando la fase di rendicontazione e comunicazione dei risultati.

Riconoscimenti

Il gruppo di ricerca per il Lo.S.I._2006 era composto da Sergio Mattia, Alessandra Oppio, Daniela Del Grande (che ha effettuato il reperimento delle principali informazioni su casi di studio) e Federico Guarlotti (a cui si deve la proposta di utilizzare l'indice di circuitazione nella prima formulazione dell'indice). La revisione del 2009 è stata effettuata da Sergio Mattia, Alessandra Oppio, Alessandra Pandolfi e Andrea Gabardi (che ha implementato gli aspetti matematici dello strumento).

Bibliografia

- Bertalanffy L. (1968), *General System Theory. Development, Applications*, New York: George Braziller.
- Campeol A. (2000), Percorsi di fruizione e corridoi ecologici in un'ottica di città sostenibile. In: Diappi L (a cura di). *Sostenibilità urbana*. Torino. Paravia; 2000.
- European Commission (1999), *Evaled*, Regional Policy.
- Forman R.T.T., Godron M. (1986), *Landscape ecology*, New York: John Wiley & Sons.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. (1993), Science for the post-normal age, *Futures*, 25/7:739-755.
- Fusco Girard L., Forte B., Cerreta M., De Toro P., Forte F. (2003), *L'uomo e la città*, Milano: FrancoAngeli.
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P., Trow M. (1994), *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. New Delhi: Sage Publications.
- Haggett P., Cliff A.D., Frey A. (1977), *Locational analysis in human geography*, New York: John Wiley & Sons.
- Ingegnoli V. (1993), *Fondamenti di ecologia del paesaggio*. Milano: Clup.
- Mattia S., Pandolfi A. (2007), L'analisi multicriteria come strumento di supporto alle decisioni nelle politiche pubbliche. In: Mattia S. (ed), *Costruzione e valutazione della sostenibilità dei progetti*, Milano: FrancoAngeli.
- Morin E. (1980), *La méthode II. La Vie de la Vie*, Paris: Le Seuil.
- Nijkamp P., van Oirschot G., Oosterman A. (1993), Regional development and engineering creativity: an international comparison of science parks in a knowledge society, VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics Serie Research Memoranda, 70.
- Ombuen S., Ricci M., Segnalini O. (2000), *I programmi complessi*. Milano: Il Sole24ore.
- Oppio A. (2007), Approcci, metodi e tecniche per la promozione della partecipazione. In: *Costruzione e valutazione della sostenibilità dei progetti*. Milano: FrancoAngeli.
- Palmeri F., Gibelli MG. (1997), Indicatori ecologici e valutazione ambientale nello studio del paesaggio. In: Ingegnoli V (ed), *Esercizi di ecologia del paesaggio*. Milano: Clup.
- Pandolfi A. (2007), Introduzione alle tecniche di analisi multicriteria. In: *Costruzione e valutazione della sostenibilità dei progetti*. Milano: FrancoAngeli.
- Strogatz S.H. (2001), Exploring complex networks, *Nature*, 410: 268-276.
- Turnhout E., Hisschemöller M., Eijsackers H. (2005), Ecological indicators: between the two fires of science and policy, *Ecological Indicators*, 7: 215-228.