

# THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CRITERIA OF MULTIPURPOSE SELECTION AND THE CHARACTERISTICS OF RELIABILITY

E. K. Zavadskas

To cite this article: E. K. Zavadskas (1996) THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CRITERIA OF MULTIPURPOSE SELECTION AND THE CHARACTERISTICS OF RELIABILITY, *Statyba*, 2:6, 23-26, DOI: [10.1080/13921525.1996.10531640](https://doi.org/10.1080/13921525.1996.10531640)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1996.10531640>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 33



Citing articles: 1 View citing articles [↗](#)

---

## ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER MEHRZWECKSELEKTIERUNG UND DER ZUVERLÄSSIGKEIT IM BAUWESEN

E.K.Zavadskas

### 1. Einleitung

Als Ergebnis der Mehrzweckselektierung (MS) [1, 2, 3] - der Auswahlzwecks des Ersatzes und der Erneuerung - ist die Wahl der rationellen Projekt und technologischen Lösung, die auf die Erarbeitung oder Auswahl aus der etwaigen Menge der möglichen Varianten des bestimmten funktionierenden technischen oder organisatorisch-technologischen Systems gerichtet ist.

Alle Berechnungen, die bei der MS durchgeführt werden, können in apriori und aposteriori unterschieden werden. Die apriorischen Berechnungen werden im Stadium der Projektierung von Gebäuden und Bauwerken sowie bei der Erarbeitung der Projekte der Organisation der Bauensführung und der Projekte der Durchführung der Arbeiten mit der Anwendung in den Berechnungen der normativen Materialien und der Empfehlungen zur wahrscheinlichen-statistischen Bewertung der Parameter und Charakteristiken vorgenommen. Aposteriore Berechnungen werden mit der Berücksichtigung der konkreten Informationsmaterialien durchgeführt, die an Hand der Durchführung der statistischen Bearbeitung der Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen, natürlichen Beobachtungen, chronometrischen Bemessungen in der Abhängigkeit von der Art der zu lösenden Aufgabe erhalten waren.

Die Rationalität der Funktionierung einer oder anderer technischen oder organisatorisch - technologischen Systems wird durch die Kriterien der MS kennzeichnet, die im endgültigen Ergebnis die Nützlichkeit der vorgeschlagenen Lösung widerspiegeln.

An die Funktionierung beliebigen Systems werden zugleich mit den Anforderungen an seine

Nützlichkeit bestimmte Anforderungen über die Zuverlässigkeit gestellt, die wesentlich von der Art des Systems abhängen. Deshalb entsteht völlig begründet die Frage über den Zusammenhang der Begriffe der Nützlichkeit [4, 5] und der Zuverlässigkeit [6-14].

### 2. Zusammenhang zwischen der Mehrzweckselektierung und der Kennzeichnungen der Zuverlässigkeit

Alle technischen und organisatorisch - technologischen Systeme werden gewöhnlich in zwei Klassen geteilt: die Systeme der einmaligen (S.d.e.F) und mehrmaligen (S.d.m.F) Funktionierung.

Unter S.d.e.F wird ein System verstanden, daß nach einmaliger Erfüllung seiner Funktion sein Bestehen beendet. Für Zuverlässigkeitskriterium des S.d.e.F wird gewöhnlich die Wahrscheinlichkeit  $p_0$  der störungslosen Arbeit während des Zeitzyklus der Funktionierung ( $t$ ) genommen, d.h.  $p_0(t)$ . Dabei kann die Wahrscheinlichkeit der unversaglichen Arbeit nicht immer als Multiplikator in die Nutzensfunktion [4, 5] eingeführt werden, weil im Ergebnis der Wert der mathematischen Erwartung der Nützlichkeit erhalten wird, der keinen Sinn beim einmaligen Prozeß hat. Die Einführung  $p_0(t)$  als Multiplikator bei der Bestimmung der Nutzensfunktion kann zum Ersatz der ungenügenden Zuverlässigkeit als Überschuß in die Werte anderer polidimensionaler Effektivitätskennziffern - spezifischer Kriterien der Optimalität (p.E.K) führen, die bei der Ermittlung der Kriterien der MS berücksichtigt werden.

Auf solche Weise muß bei MS für S.d.e.F die Wahrscheinlichkeit der Störungslosen Arbeit  $p_0(t)$  als Begrenzungsbedingung (als Kennziffer-Anforderung in der Entscheidungsmatrix  $\bar{P}$ ) [1] auftreten.

Dabei können in die Entscheidungsmatrix nur die Varianten einbezogen werden, die die Anforderungen der Wahrscheinlichkeit der störungslosen Arbeit erfüllen. Zum Beispiel sind in den Arbeiten vom A.G. Roitmann [15] die normativen Werte  $p_0(t)$  in der Abhängigkeit von der Art der Konstruktionen gegeben, die 0,85 für die selbsttragende raumumschließende Elemente, 0,95 für die Elemente der statisch unbestimmten Systeme, deren Versagen in der Festigkeit die plötzliche Zerstörung des Systems bewirkt, 0,99 für tragende Elemente mit den stufenweisen Absagen (der Decken, Pfeiler, Binder); 0,999 für die verantwortliche Konstruktionen mit den plötzlichen Absagen betragen. Dabei wird allgemein die Konstruktion als System betrachtet, wenn sie wiederaufgebaut wird, und als Element, wenn sie nicht wiederaufgebaut wird. Wenn die MS der technischen Lösungen für die erwähnten Konstruktionslösungen vorgenommen wird, so werden die Varianten, die die aufgezählten normativen Werte nicht erfüllen, in die Entscheidungsmatrix nicht aufgenommen. Die Kennziffer  $p_0(t)$  wird dabei in die Matrix  $\bar{P}$  [1] nicht eingeführt.

Jedoch kann bei der massenhaften Anwendung des S.d.e.F die Kennziffer  $p_0(t)$  in die Entscheidungsmatrix als eine p.E.K eingeführt werden. Als p.E.K bei der Bestimmung der Nutzensfunktion oder der Kriterien den MS der Projekte und der technologischen Lösungen der Bauproduktion kann die Kennziffer  $p_0(t)$  auch für die Fälle angenommen werden, wenn das Versagen mit dem Unfall nicht droht.

Auf solche Weise wird S.d.e.W bei der MS nach den Kriterien eingeschätzt, die den Komplex der p.E.K berücksichtigen, in deren Bestand auch die p.E.K eingehen können, die die Zuverlässigkeit des Systems kennzeichnen.

Wenn die Variante  $B_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) [1] durch p.E.K  $\bar{x}_j$  ( $j = \overline{1, n}$ ) [1] charakterisiert wird, so kann zusammen mit den p.E.K, die die anderen Zwecke kennzeichnen, zu deren Erzielung der Fachmann bei der MS  $\bar{x}_{ij}$  strebt, in die Entscheidungsmatrix  $\bar{P}$  auch die p.E.K eingehen, die die Zuverlässigkeit der

Varianten charakterisiert. In der Abhängigkeit von der Art der zu lösenden Aufgabe der MS kann p.E.K verschiedene Wichtigkeit haben. Dabei sind folgende extreme Fälle:

- 1) die Bewertung der Zuverlässigkeit ist nicht erforderlich oder wird die Bewertung in die Begrenzungen, d.h. in Begrenzungsanforderungen überführt;
- 2) wenn die Zuverlässigkeit die primäre Rolle spielt (zum Beispiel in den Fällen, wenn man auf beträchtliche Vertauerung des Systems zwecks Erlangung sogar unbeträchtlicher Erhöhung seiner Zuverlässigkeit gehen darf).

Wenn wir in der Entscheidungsmatrix  $\bar{P} = [\bar{x}_{ij}]$

[1] die p.E.K einschreiben, die die Zuverlässigkeit der Varianten  $B_i$  widerspiegelt, mit dem Wert  $x_j$ , so können die extreme Fälle nach den Vektoren der Wichtigkeit bewertet werden, die entsprechend das Bild

$$q^I = (0, q_2, q_3, \dots, q_j, \dots, q_n), \quad j = \overline{1, n}; \quad (1)$$

$$q^{II} = (1, 0, 0, \dots, 0, \dots, 0), \quad j = \overline{1, n}; \quad (2)$$

haben.

Im Falle (1)  $q$ , p.E.K  $\bar{x}_j$  [1] wird gleich Null angenommen und die Bewertung der Varianten nach  $n-1$  p.E.K durchgeführt. Im Falle (2) hauptsächlich bei der massenhaften Anwendung des S.d.e.F und wenn die Zuverlässigkeit die primäre Bedeutung hat, wird der Wert der Wichtigkeit  $q_1$  p.E.K  $\bar{x}_1$  gleich eins  $q_1 = 1$  angenommen. Es ist zu bemerken, daß in einigen Fällen  $\bar{x}_j$  [1] die gleiche Wichtigkeit mit den andere p.E.K haben kann oder durch den Fachmann auf Grund seiner Erfahrung oder auf der Basis der Ergebnisse der Expertenuntersuchungen [4] festgelegt werden kann.

S.d.m.W zum Unterschied vom S.d.e.W wiederholen vielmals den vollen Zyklus ihrer Funktionierung. Im Ergebnis der Erfüllung der vollen Zyklen der Funktionierung können die quantitativen Werte einiger p.E.K als Folge der zufälligen Absagen der einzigen Elemente des Systems schlechter werden (die zu maximisierenden - sich verkleinern, die zu minimisierenden sich vergrößern). Auf solche Weise wird die weitere Funktionierung des Systems weniger nützlich oder überhaupt unmöglich. Dabei kann

jedoch keine Schlußfolgerung gezogen, daß die gesamte Nützlichkeit während der Funktionierung des Systems fehlt oder minimal ist.

Also ist die Nützlichkeit der S.d.m.F unter Berücksichtigung der Betriebszuverlässigkeit als mittlerer Nutzen nach allen möglichen Zuständen des Systems 2 zu 4 bestimmen.

Wollen wir einen spezifischen Fall betrachten [13], wenn sich die S.d.m.F nur in zwei Zuständen befinden können: im arbeitsfähigen und im arbeitsunfähigen. Dabei nehmen wir an, daß die mittlere Zeit der geleisteten Arbeit auf ein zufälligen Versagen  $\tau_0$  gleich ist und die mittlere Zeit der Zuführung des S.d.m.W zum normalen Zustand nach seinem Versagen  $\tau_l$  gleich ist, dann kann die mittlere Nützlichkeit des Systems  $\bar{u}(x)$  nach dem Ausdruck

$$\bar{u}(x) = u_0(x) \frac{\bar{\tau}_0}{\bar{\tau}_0 + \bar{\tau}_l} + u_l(x) \frac{\bar{\tau}}{\bar{\tau}_0 + \bar{\tau}_l}, \quad (3)$$

ermittelt werden, wo  $u_0(x)$  die Nützlichkeit des völlig intakt funktionierenden Systems;  $u_l(x)$  die Nützlichkeit des Systems, in dem das zufällige Versagen eingetreten ist;  $\bar{\tau}$  die mittlere Zeit der störungslosen Arbeit des Systems sind.

Viele S.d.m.F zeichnen sich durch viele Kanäle aus, d.h. sind solche, daß der Ausfall eines parallel arbeitenden Untersystems zur Beendigung der Funktionierung des Systems nicht führt. Dabei werden nur die Charakteristiken des S.d.m.F kleiner, aber das System als ganze kann durch die mittlere Nützlichkeit  $\bar{u}(x)$ :

$$\bar{u}(x) = \frac{\sum_{l=0}^{\nu-1} u_l(x) \bar{\tau}_l}{\bar{\tau}_l + \sum_{l=0}^{\nu-1} \tau_l}, \quad (4)$$

kennzeichnet werden. Hier bedeuten:  $\nu$  - die Anzahl der arbeitsfähigen Zustände des Systems, die durch die Nützlichkeiten  $u_l(x)$ ,  $l = \overline{1, \nu}$  charakterisiert werden;  $\bar{\tau}_l$  - die mittlere Zeit der geleisteten Arbeit in jedem Zustand  $l = \overline{1, \nu}$ ;  $\tau_l$  - die Zeit der völligen Wiederherstellung des S.d.m.W nach dem Versagen und der Abnahme der Nützlichkeit bis  $u_l(x) = 0$ .

Wenn es die Möglichkeit besteht nach den Ausdrücken (3) und (4) die Werte der mittleren

Nützlichkeit  $\bar{u}(x)$  des S.d.e.W zu bestimmen, so ist nicht schwer, die Bevorzugungsreihe der möglichen Varianten unter Berücksichtigung ihrer Nützlichkeit zu bilden:

$$\{\bar{B}_i\} = \{\bar{u}_1(x), \bar{u}_2(x), \dots, u_i(x), \dots, \bar{u}_m(x)\},$$

$$\{\bar{B}_i\} = \{B_1, \dots, B_m\} \quad (5)$$

für  $\forall_i = \overline{1, m}$  bei möglichen ( $\pi = m!$ ) Verstellungen. Im Ergebnis ist die Bildung der Bevorzugungsreihe  $\{\bar{B}_i\}$  der MS der möglichen Varianten der S.d.m.F unter Berücksichtigung der Nützlichkeit als beendet zu halten.

### 3. Schlußfolgerungen

Die Rationalität der Funktionierung von technischen und organisatorisch-technologischen Systemen kann durch Kriterien der Mehrzweckselektierung, die die Nützlichkeit der untersuchten Varianten ausdrücken, bezeichnet werden. Bei der Einschätzung der Nützlichkeit der Variante müßte ihre Zuverlässigkeit beachtet werden. Deshalb wird im Artikel die Methodik dargeboten, die den Zusammenhang der Kriterien der Mehrzweckselektierung und der Kennzeichnungen der Zuverlässigkeit untersucht.

### Literatur

1. E.Zavadskas. Mehrzielselektierung bei der Bauvorbereitung // Statyba, No 3(3), Vilnius: Technika, 1995, p. 58-80.
2. R.Seeling, E.Zavadskas. Mehrzielselektierung bei technologischen Entscheidungen der Bauvorbereitung // IX internationaler Kongress industrielles Bauen (IKIB), Leipzig: TH Leipzig, Wiss. Berichte, H.5, 1991, S.170-179.
3. Э.К.Завадскас. Многоцелевая селектонования технологических решений строительного производства (теоретические основы). Вильнюс, 1989. 107 с.
4. E.Zavadskas. Komplexe Bewertung und Auswahl ressourcensparender Entscheidungen im Bauwesen. Vilnius: Mokslas, 1987. 209 S.
5. E.Zavadskas. Variantenauswahl mit der Nutzensfunktion // Wiss. Zeitschrift der TH Leipzig, Ig 14, H.5/6, 1990, S. 263-273.
6. A.Kudzys. Probability estimation of reability and durability of reinforced concrete structures. Vilnius, 1992. 143 p.
7. К.Капур, Л.Ламберсон. Надежность и проектирование систем. Москва: Мир, 1980. 604 с.

8. Математические методы в теории надежности и эффективности: Справочник в десяти томах. Том 2 / Под ред. Б.В.Гнеденко. Москва: Машиностроение, 1987. 280 с.
9. Г.Аугустин, А.Баратта, Ф.Капнати. Вероятностные методы в строительном проектировании. Москва: Стройиздат, 1988. 584 с.
10. А.А.Гусаков. Организационно-технологическая надежность строительного производства. Москва: Стройиздат, 1974. 256 с.
11. А.П.Кудзин. Оценка надежности железобетонных конструкций. Вильнюс: Мокелас, 1985. 156 с.
12. E.Borucka, O.Kaplinski. Simulationsmethode zur Bewertung der Zuverlässigkeit von Produktionsprozessen in Plattenwerke // Wiss. Zeitschr. Hochsch. Archit. Bauwes., Weimar, 1982, 2, p. 129-132.
13. Э.К.Завадкас. Выбор рациональных вариантов комплексной механизации с учетом вероятностного характера технологических процессов строительного производства. Вильнюс: ВИСИ, 1985. 36 с.
14. Г.Бадзин, Э.Завадкас, Ф.Пелдшус. Игровое моделирование при подготовке строительного производства. Ленинград: ЛИСИ, 1989. 41 с.
15. А.Г.Ройтман. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. Москва: Стройиздат, 1985. 176 с.

Įteikta 1996 02 10

#### **DAUGIATIKSLĖS SELEKTONOVACIJOS IR PATIKIMUMO RYŠYS STATYBOJE**

**E.K.Zavadskas**

**S a n t r a u k a**

Techninės ir organizacinės technologinės sistemos funkcionavimo racionalumas gali būti apibūdinamas daugiaticslės selektonovacijos kriterijais, kurie išreiškia nagrinėjamų variantų naudingumą. Įvertinant varianto naudingumą svarbu atsižvelgti ir į jo patikimumą. Todėl straipsnyje pateikta metodika, nagrinėjanti daugiaticslės selektonovacijos kriterijų ir patikimumo charakteristikų priklausomybę.

#### **THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CRITERIA OF MULTIPURPOSE SELECTION AND THE CHARACTERISTICS OF RELIABILITY**

**E.K.Zavadskas**

**S u m m a r y**

The rationality of functioning of either the technical or the organizing-technological system is characterized by the criteria of multipurpose selection that express the usefulness of the variants under consideration. When evaluating the usefulness of a variant, it is necessary to take into consideration its reliability. Therefore, the given method investigates into the relationship between the criteria of multipurpose selection and the characteristics of reliability.

**Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS.** Doctor Habil, Professor. Rector of Vilnius Technical University. Member of Lithuanian Academy of Sciences. Member of Ukrainian Academy of Technological Cybernetics. Vilnius Technical University, 11 Saulėtekio Ave, 2054 Vilnius, Lithuania.

In 1973 Dr degree in building structures. Assistant, senior assistant, associated professor, professor at the Department of Building Technology and Management. In 1987 Dr Habil degree at Moscow Civil Engineering Institute (problems of building technology and management). Research visits to Moscow Civil Engineering Institute, Leipzig and Aachen Higher Technical Schools. He maintains close academic links with the universities of Aalborg (Denmark), Salford and Glamorgan (Great Britain), Poznan University of Technology (Poland), Leipzig Higher School of Technology, Economics and Culture (Germany) and Aachen Higher Technical School (Germany). Member of international organizations. Member of organizational and programme committees of many international conferences. Member of editorial boards of some research journals. Author of monographs in Lithuanian, English, German and Russian. Research interests: building technology and management, decision-making theory, automation in design, expert systems.