

ми. Перспективні конструкції гусеничних машин можуть експлуатуватися на ухилах до 27 град. [6]. Колісні та гусеничні транспортні засоби постійно вдосконалюються. Покращення загального компонування лісової машини, нові конструктивні матеріали шин та гнучких гусениць дають змогу істотно підвищувати їх прохідність і понизити негативний вплив на опорну поверхню. Адаптовані контролювальні системи лісових машин зможуть змінювати параметри колісних та гусеничних рушіїв залежно від ґрунтових умов, завантаження та виконуваної роботи. Створення крокувального рушія зі штучним інтелектом дасть змогу розширити діапазон наземної гірської лісозаготівлі (зокрема, довести верхню межу доланого ухилу до 45 град.).

Література

1. Нестор Библюк, Марко Библюк. Екологічні аспекти гірської лісозаготівлі. – Праці НТШ, том. 2, 1998. – С. 586-600.
2. Нестор Библюк, Михайло Глушко. Лісотransпорт у гуцульських Карпатах// Історія Гуцульщини. – Львів: Каменяр. – 1999, том 4. – С. 256-299.
3. Нестор Библюк, Іван Ковальчук, Олег Стиранівський Екологічні проблеми Гуцульських Карпат та шляхи їх вирішення// Історія Гуцульщини. – Львів: Логос. 2001, том 6. – С. 540-570.
4. Beneš K. Železnice na Podkarpatske Rusi// Nadatur, Praha – 1995. – 161 p.
5. Wendelin V. Karpatendampf. Schmalspurbahnen in Ostgalizien. Band 1// Verlagshaus AFISHA, Lemberg – 2002 – 236 p.
6. Hainimann H.R. Ground-based Harvesting Technologies for Steep Slopes. International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium, Corvallis, OR. – 1998.
7. Генсірук С.А., Фурдичко О.І., Боднар В.С. Історія лісівництва в Україні. – Львів, 1995. – 422 с.
8. Горшенін М.М., Пешко В.С. Ерозія гірських лісових ґрунтів та боротьба з нею. – Львів, 1972. – 148 с.
9. Круцик М.Д., Грицюк Л.В., Грицюк О.Л. та ін. Захист гірських автомобільних доріг від зсувів. – Коломия: ПП "Галдорпрогрес", 2003. – 425 с.
10. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства буковых лесов. – М.: Лесн. пром-сть, 1965 – 174 с.

Prof. Adolf JANEČEK – Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic; Prof. Milan MIKLEŠ – Technical University in Zvolen, Slovakia

RATIONALISATION OF MOBILE TERRAIN SYSTEM FROM POINT OF VIEW OF ECOLOGICAL CLEANLINESS OF WORK

In this paper is evaluated an optimal constructional and operating performance of mobile terrain system, that work in forest ecosystem, from point of view of volume of processed biomass and total amount of logging-transportation erosion. A monitored terrain system, working in forest industry, is considered as manufacturing system, with its material and energetic flow. The determination value, that optimise the manufacturing system, is operating and constructional performance.

In this paper is evaluated the amount of erosion in dependence on volume of cutted mass, by means of mathematics, and from system point of view. The conditions for mobile terrain system work, that ensure optimal, i.e. minimal value of erosion will be determined. The theoretical results are verified. The optimal values of soil erosion are determined by experimental measurements. The principles of paper are based on theses of ecological synthesis that determine coupling between dissipative energy of manufacturing system and its ecological cleanliness of work.

Keywords: mobile terrain system, forest ecosystem, mathematical simulation.

Проф. Адольф ЯНЕЧЕК – Чеський ун-т сільського госп-ва в Празі, Чеська Республіка; проф. Мілан МІКЛЕШ – Технічний ун-т в Зволені, Словаччина

Вдосконалення мобільної лісової машини з позиції екологічної чистоти її роботи

Визначено оптимальні значення конструктивних і робочих параметрів мобільної лісової машини з точки зору її максимальної продуктивності та екологічної сприйнятливості. Ступінь ерозії ґрунту оцінювався залежно від об'єму заготовленої деревини за допомогою математичних підрахунків з подальшим порівнянням із результатами експериментів. У дослідженні обґрунтовано оптимальні показники роботи мобільної лісової машини за умови нанесення мінімальної шкоди довкіллю. Принципи даної роботи базуються на теорії екологічного синтезу, який полягає в єдності затраченої машиною енергії та екологічної чистоти її роботи.

Ключові слова: мобільна лісова машина, лісова екосистема, математичне моделювання

1. Introduction

The logging-transportational and subsequent water erosion cause devastation of forest ecosystems (Šach 1986). It thereby suffer not only productive, but also unproductive forrest functions, including contamination of surface water sources. The devastation of forest soils is a problem mainly in immitted areas, by mortification of forest stands, as well as their subsequent cutting. (Skýpala 1987).

The exploitation of transporational technique, technique for mechanical preparation of soil, mainly in upland immitted areas resulted to increased devastation of soil surface of forest ecosystems (Šach 1986). The erosion processes then conduct not only at decreasing of forest soil, and also to it degradation and degradation of water mode of soil (Holý 1988).

The preventive wood-technical measurents, serve us for decreasing of damages caused by erosion (Kubelka 1991). They consist of (Janeček 1992) choice of ecological canny technologies, by using of possibility to employ a suitable technique with rational performance. This paper discuss about possibilities of its determining.

The verification is carried out by experimental monitoring of logging-transportational erosion, caused by skidding units TERRI 20-20 and TERRI 20-40. The task of paper is also to confirm the known theses of ecological synthesis (P. Duvignfaud 1980). The dissipative energy produce by manufacturing system (in our case it is a mobile system working in division of forest industry) is rate of ecological cleanliness of system's work.

2. Specification of factors that affect the logging-transportational erosion

During analyze of logging-transportational technique with various performance we will ascertain, that it is commensurable to amount of damages, caused by logging-transportational erosion.

1. The factors that affect the specific consumption of energy and material:

- increasing of constructional performance do not respond directly to changes of parts of logging-transportational and afforestation systems, which exercise an influence on energetic, material and working fastidiousness;
- the change of investment fastidiousness of these systems is not directly commensurable to change of performance;

- the changes of dimensions of material flow as a result of the change of system's performance do not always actuate on change of energetic and material fastidiousness and consequently not even on total amount of damages caused by erosion.
- 2. The possibilities of increasing of constructional performance of forest systems:
 - increasing of interaction space of material flow (chopping, cutting area, etc.), increasing of maximal work performance;
 - increasing of material cross-section within roads on which a material is transported.

3. Optimal mode of logging-transportational system from point of view of relationship between erosion and unit of performance

During manufacturing process of logging-transportational systems the energy and material is transformed. The transformation of energy and material results to final product – machined wood, see Figure 1.

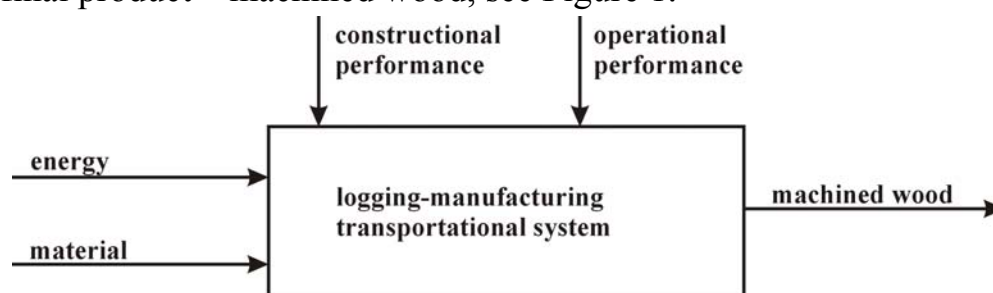


Figure 1. The transformation of energy and material results to final product-machined wood

A regulation of intensity of logging-transportational system work is carry out by regulators, which specified the constructional and operational performance. At the same time, during work of these systems the logging-transportational erosion is rising. It depends on intensity of whole process, and it is result of the loss energies which rise during this process.

For value of logging-transportational erosion, that rised during manufacturing process as a result of energy transformation is valid formula:

$$M_{EF} = \frac{m_E \cdot Q_E}{\eta_{CE}(W_K, W_p)} \cdot S_E, \quad (1)$$

where: M_{EF} – amount of logging-transportational erosion rised during work of logging-transportational system as a result of energy transformations (kg); m_E – amount of energy source (naphtha, gasoline, etc.) needed for production (kg); W_p – operational performance of system ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$); W_K – constructional performance of system ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$); S_E – specific inherent (supplied) energy that rise as a result of energy transformations during manufacturing process ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$); Q_E – specific energy of energy source ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$); η_{CE} – efficiency of energy transformations into final product in dependence on constructional and operational performance (–).

For total amount of production manufactured by logging-transportational system with transformation of given amount of energy is valid formula:

$$W_C = \frac{m_E \cdot Q_E}{Q_V \eta_{CE} \cdot (W_K, W_p)} \quad (\text{m}^3), \quad (2)$$

where: W_C – total amount of production of system, produced as a result of energy transformation (m^3); Q_V – specific production energy, that is needed to supply to logging-transportational system per unit of production ($\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$).

If we consider that Q_E , S_E , η_E are constants for time we analyze, we can express the time derivations of formula (1) as follow:

$$\frac{\partial M_{EE}}{\partial t} = \frac{\frac{\partial m_E}{\partial t} \cdot Q_E}{\eta_{CE}(W_k, W_p)} \cdot S_E, \text{ (kg} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (3)$$

where: t – time (s); $\partial M_{EE} / \partial t$ – amount of logging-transportational erosion per unit of time produced as a result of energy transformation ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$); $\partial m_E / \partial t$ – amount of energy source supplied per unit of time ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$).

For performance of system is valid formula (see formula 2)

Amount of erosion produced by system pre unit of time is given by formula:

$$\frac{\partial M_{EEM}}{\partial t} = \frac{\frac{\partial m_E}{\partial t} \cdot Q_E \cdot S_E}{\eta_{CE}(W_k, W_p)}, \quad (4)$$

where: $\frac{\partial M_{EEM}}{\partial t}$ – total erosion produced by system per unit of time, ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$).

$$Q = \frac{\partial M_{EEM}}{\partial t} \cdot \frac{1}{W_C(W_k, W_p)} = \left[\frac{\frac{\partial m_E}{\partial t} \cdot Q_E \cdot S_E}{\eta_{CE}(W_k, W_p)} \right] \cdot \frac{1}{W_C(W_k, W_p)}, \quad (5)$$

where Q – specific erosion referred to unit of production ($\text{kg} \cdot \text{m}^3$).

For extreme of the function of specific logging-transportational erosion, referred to unit of volume of machined mass in function of constructional and operational performance are valid conditions needed

$$\frac{\partial^2 M_{EE}(W_K, W_P)}{\partial t \cdot \partial W_K} = 0, \text{ (kg} \cdot \text{m}^3) \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 M_{EE}}{\partial t \cdot \partial W_P} = 0, \text{ (kg} \cdot \text{m}^3) \quad (7)$$

When presented acts and adjustments are carried out we obtain the formulas which decide if conditions needed in subsequent form are fulfilled:

$$\frac{\partial f_E(W_K, W_P)}{\partial W_K} - \frac{f_E}{\eta_{CE}(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial \eta_C(W_K, W_P)}{\partial W_K} - \frac{f_E}{W_C(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial W_C(W_K, W_P)}{\partial W_K} = i, \quad (8)$$

$$\frac{\partial f_E(W_K, W_P)}{\partial W_P} - \frac{f_E}{\eta_{CE}(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial \eta_C(W_K, W_P)}{\partial W_P} - \frac{f_E}{W_C(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial W_C(W_K, W_P)}{\partial W_K} = i, \text{ (kg} \cdot \text{m}^3) \quad (9)$$

$$f_E = \frac{\partial m_E}{\partial t} \cdot Q_E \cdot S_E(W_K, W_P) \dots$$

flow of erosion caused by transformation of energy in manufacturing process

4. General analysis

By analysis of formulas which are necessary for determining of amount of logging-transportational erosion per unit of production of transportational system was found, that is valid (Janeček 1991):

$$\frac{\partial \eta_{CE}(W_p)}{\partial W_p} > 0 \text{ – valid for area of lower values of operational performance } W_p, \quad (10)$$

$$\frac{\partial \eta_{CE}(W_p)}{\partial W_p} < 0 \text{ – valid for area of higher values of operational performance } W_p, \quad (11)$$

$$\frac{\partial \eta_{CE}(W_k)}{\partial W_k} > 0 \text{ – valid for area of lower values of constructional performance } W_k, \quad (12)$$

$$\frac{\partial \eta_{CE}(W_k)}{\partial W_k} < 0 \text{ – valid for area of higher values of constructional performance } W_k, \quad (13)$$

Futhermore are valid relations:

$$f_E > 0 \text{ – physical technical parameter (kg} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}, \quad (14)$$

$$\eta_{CE} > 0 \text{ – physical technical parameter,} \quad (15)$$

$$\frac{W_{CW}}{\partial W_p} > 0 \text{ – performance of manufacturing system ascend in function of operational performance } W_p, \quad (16)$$

$$\frac{W}{\partial W_k} > 0 \text{ – performance of manufacturing system ascend in function of constructional performance } W_k, \quad (17)$$

Concerning the formulas (8), (9) we can write:

$$\frac{\partial f_E(W_K, W_P)}{\partial W_K} - \frac{f_E(W_K, W_P)}{\eta_{CE}(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial \eta_{CE}(W_K, W_P)}{\partial W_K} - \frac{f_E(W_K, W_P)}{W_C(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial W_C(W_K, W_P)}{\partial W_K} > 0 \quad (18)$$

... valid for area of higher values of constructional performance

$$\frac{\partial f_E(W_K, W_P)}{\partial W_K} - \frac{f_E(W_K, W_P)}{\eta_{CE}(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial \eta_{CE}(W_K, W_P)}{\partial W_K} - \frac{f_E(W_K, W_P)}{W_C(W_K, W_P)} \cdot \frac{\partial W_C(W_K, W_P)}{\partial W_K} < 0 \quad (19)$$

... valid for area of lower values of constructional performance

By similar analyse we can arrive to relation that specify a behaviour of function of specific erosion concerning parameters that specify the operational performance. From formula (18) is clearly that parameters W_K , W_P , which specify constructional-operational performance of mobile forest system, affect the flow of erosion (logging-transportational erosion) as well as the inherent flow and in manufacturing process futhermore affect efficiently of energy transformation to final product.

These quantitative relations (18) validate a general thesis formulated by P. DUVIGNEAUD 1980. The amount of dissipative energy is rate of ecological cleanliness (logging-transportational erosion) of work of mobile terrain system. This thesis is then validated by above-mentioned analyze of work of mobile terrain system in dependence on its intensity of work.

5. Verification of mathematical model

On basis of theoretical calculus in above-mentioned text was experimentally determined a behaviour of forest manufacturing systems, what allow optimalization of their main constructional and operational parametres from aspect of ecological criterions – see Figure 2,3. Physical models were observed for systems – working machine in logging, afforestation and transportational activities in division of forest industry. There were found, that at optimal computed performance, at which listed systems worked, the logging-transportational erosion was decreased by 5-15 %.

In locality of North Czech was experimentally verified characteristics of work of skidding units:

TERRI 20-20:

engine – Kubota, type DH 850-B, 4-takt, diesel,
 power – 17 kW at 3600 rpms,
 dimensions – length 6500 mm, width 1460 mm, height 2350 mm,
 weight – 3390 kg,
 transport weight – 1690 kg,
 scope of hydraulic crane – 4,2 m.

TERRI 20-40:

engine – Kubota, type D 1105, 4-takt, diesel,
 power – 17,6 kW at 3000 rpms,
 dimensions – length 6500 mm, width 1470 mm, height 2250 mm,
 weight – 4950 kg,
 transport weight – 2960 kg,
 scope of hydraulic crane – 7 m.

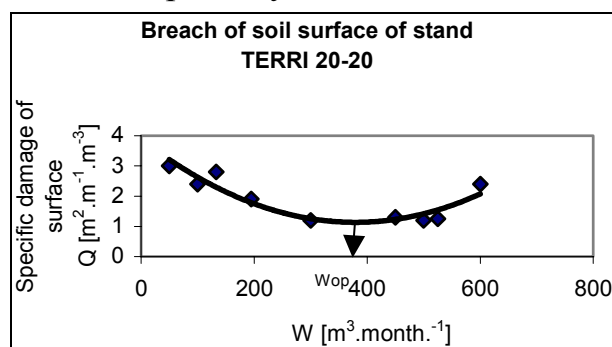


Figure 2. Dependence between specific amount of damages and operational performance

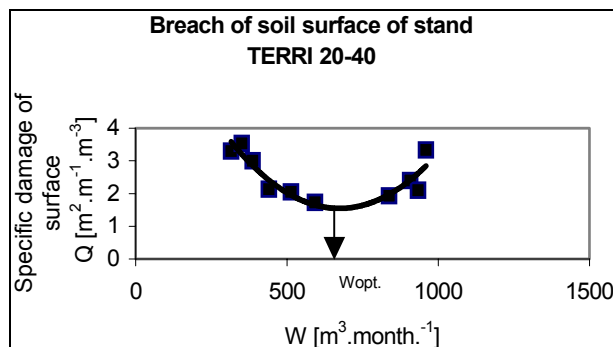


Figure 3. Dependence between specific amount of damages and operational performance

Skidding unit TERRI 20-20 is designed for total month capacity cca 200-400 m³. In conditions at which the measurements was carried out the optimal operational performance (see Figure 2) was at level of cca 400 m³.

It is the upper border of operational performance which is referred by manufacturer. Considering the criterion of logging-transportational erosion there is a need to operate TERRI 20-20 unit on this value of optimal performance.

In case of increasing or decreasing of performance by 5-10 % the specific erosion will increase by 30-40 %. The similar results we obtained in case of experimental measurements with TERRI 20-40 unit.

6. Conclusion

The goal of work, presented in this paper, was deriving the function of measured erosion, that rise during work of logging-transportational system in forest industry.

The function was derived. As resulting from this function, it is result of transformation of energy into final production of manufacturing process. It depends on efficiency of material and energy transformations, that depends on intensity of work. This we can express by constructional and operational performance.

By mathematical analyze was found, that logging-transportational erosion rising during work of system has minimal value in work mode, which is can be characterized by optimal operational and constructional performance.

By verification of theoretical terms, carried out by experimental observation of skidding units TERRI 20-20 and TERRI 20-40 we showed the possibilities of their employment at minimal specific erosion per unit of machined wood. While the optimal values of work of above-mentioned system are changed by 5-10 %, there will occur the growth of erosion by 15-30 %. Because of it there is a need of fairly consideration of the localities of their employment and intensity of work, that are given by their operational performance.

The theoretical analyze followed by realized experiment validate a generally valid thesis:

The amount of dissipative energy rising during manufacturing process of mobile terrain system is a rate of ecological cleanliness (logging-transportational erosion) of work of mobile terrain system. By means of minimalisation of this dissipative energy or specific dissipative energy is possible to ensure the optimal mode of work of mobile terrain system from point of view of given criterion – logging-transportational erosion.

References

1. **Bellmann, R.E.** 1956: On the bong-bong control problem. A nol of Applied XIV. 1956.
2. **Holý, M.**, 1988: Simulační model povrchového odtoku a erozního procesu. Vodního hospodářství, 10/1988 A S. 3-4.
3. **Janeček, A. a kol.**, 1991: Úvodní systémová analýza modelování negativního působení lesní techniky na ekosystémy. VÚLHM 1991, S. 143.
4. **Janeček, A. a kol.**, 1992: Úvodní systémová analýza modelování negativního působení lesní techniky na ekosystémy. VÚLHM 1992, S. 155.
5. **Janeček, A.**, 2001: Racionální matematický model optimalizující podstatné konstrukční a provozní parametry vyvážecí soupravy z hlediska kriteria těžebně dopravní eroze. S. 86.
6. **Kolmogoroff A.N.**, 1931: Über die analytischen Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Math. Ann. 104.
7. **Kubelka J.** 1991 Ústní sdělení.
8. **Pontrjagin L.S.**, 1964: Matematická teorie optimálních procesů. Praha 1964. S. 354.
9. **Skýpala, J.**, 1987: Oceňování škod způsobených civilizačními faktory v lesním hospodářství. VÚLHM, S. 86.
10. **Slodičák, M.**, 1986: Zvyšování odolnosti mladých smrkových porostů proti škodám sněhem. VÚLHM 1986, KDP, S. 96.
11. **Šach, F.**, 1986: Vliv obnovních způsobů a těžebně dopravních technologií na erozi půdy. VÚLHM 1986, KDP, S. 106.
12. **Wiener, N.**, 1954: Cybernetiks and Society 2. ed. New York 1954. s 365.
13. **Duvigneaud, P.**, La syntése ecologigue Dion éditeurs, Paris 1980, 400 s.
14. **Corresponding author.**

15. Prof. Ing. Janeček Adolf, DrSc., Česká zemědělská univerzita Praha, Kamýcka 1176, 165 21 Praha, e-mail: janecek@lf.czu.cz.

16. Prof. Ing. Mikleš Milan, DrSc., Technická univerzita Zvolen, Masarykova 24, 960 53 Zvolen, e-mail: mikles@vsld.tuzvo.sk.

УДК 630*31; 658.011.51

*Ст. наук. співроб. В.Л. КОРЖОВ,
канд. техн. наук – УкрНДІгірліс*

ОПТИМАЛЬНА ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА У ЛІСФОНДІ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ТА СТАЛОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Представлено характеристики транспортної мережі в лісовому фонді Карпатського регіону. Зроблено аналіз впливу лісових шляхів на економіку регіону та навколишнє середовище.

Ключові слова: гірські ліси, транспортна мережа, характеристика, вплив, економіка, довкілля

Senior researcher V.L. KORZHOV – UkrRIMF

Optimum roads net in the woodland as the factor of ecological stability and environment nature management

The information about characterizations of the road net in Ukrainian Carpathians forest is given. The influence of forest roads on economy and environment of the region is analyzed.

Keywords: mountain forest, roads net, characterization, influence, economic, environment

Транспорт є основою кожної із галузей людської діяльності. Особливо велике значення він відіграє в лісогосподарському виробництві гірських регіонів, де лісові площі розкидані на значних територіях і характеризуються складним рельєфом, ґрунтово-гідрологічними особливостями, низькою концентрацією заготовлюваної деревини з одиниці площі, односторонністю вантажопотоків та іншими чинниками. Лісові транспортні шляхи мають важливе значення не тільки для технічного забезпечення процесів лісочористування, відновлення і охорони лісу, а й для загального розвитку регіону, покращення умов проживання населення, що особливо важливо в теперішній час, коли почала діяти "Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат". Розвиток дорожньої мережі позитивно впливає на інтенсифікацію та розширення можливостей багатьох галузей народного господарства, сприяє забезпеченню населення робочими місцями та зниженню плінності кадрів [1]. У розвинутих лісопромислових країнах Європи витрати на будівництво і утримання лісових автомобільних доріг становлять близько третини собівартості витрат на заготівлю деревини, що підкреслює важливість оптимізації дорожньої мережі в лісфонді.

Дорожня мережа в лісовому фонді Українських Карпат представлена трьома такими видами шляхів транспорту: автомобільні дороги загального користування; лісові автомобільні дороги; вузькоколіїні лісовозні залізниці. У більшості випадків основу транспортної мережі лісових підприємств створюють автомобільні дороги, з яких приблизно п'ята частина – це автодороги