

GDK: 913 : 181.21 : 181.22

Prispelo/Received: September/September 1998
Sprejeto/Accepted: Oktober/October 1998

Izvirni znanstveni članek
Original scientific paper

UMETNI ENERGIJSKI VNOSI KOT KRITERIJ ZA VZDRŽEVANJE IN DOLOČANJE KRAJINSKE MATICE

Janez PIRNAT *

Izvleček

Študij umetnih energijskih vnosov, potrebnih za vzdrževanje ekosistemov, je pomemben pripomoček za razumevanje delovanja krajine. Z analizo umetnih energijskih vnosov (ročno in strojno delo, snovno vnosi) smo prikazali razlike v vrstah in obsegu vlaganj v gospodarskih gozdovih in kmetijskih zemljiščih. S tem smo utemeljili razlike v delovanju gozdnih in kmetijskih ekosistemov in hkrati energijsko podprli »nadzor nad dinamiko v prostoru«, ki je po Formanu (1995) ključni dejavnik za določanje krajinske matice. V kmetijstvu so praktično vsi umetni energijski vnosi potrebni za vzdrževanje sistema, v gozdarstvu pa sodijo mednje energijski vnosi v obliki gojitvenih in varstvenih del. Umetni energijski vnosi, potrebni za vzdrževanje ekosistemov v gozdarstvu, so bili okrog 200-krat nižji od vnosov, potrebnih za vzdrževanje njivskih površin in okrog 100-krat nižji od vnosov za vzdrževanje travinja. Gozdovi obvladujejo dinamiko prostora z mnogo nižjimi energijskimi vlaganji kot kmetijske rabe.

Ključne besede: gozdarstvo, kmetijstvo, krajinska matica, umetni energijski vnosi, vzdrževanje ekosistemov

ARTIFICIAL ENERGY INPUTS AS CRITERIA OF LANDSCAPE MATRIX MAINTAINANCE AND DETERMINATION

Abstract

Study of artificial energy inputs needed to maintain ecosystems is important tool to understand landscape functioning. Analysis of artificial energy inputs (manual and machine work, material inputs) shows the differences in types and amounts of inputs in managed forests and farmlands. In this way the differences in functioning of forest and agricultural ecosystems were founded. Energy based »control over dynamics« in landscape was also established which, according to Forman (1995), is the most important criterion for matrix determination. In farming, practically all the artificial energy inputs are needed to maintain the system. In forestry they represent energy inputs in the form of cultivation and protective measures. Artificial energy inputs needed for maintaining ecosystems in forestry are about a quarter of those needed for maintaining fields and about half those needed in maintaining meadows. Forests dominate the dynamics of space with much lower energy investment than farming use.

Key words: forestry, farming, landscape matrix, artificial energy inputs, maintainance of ecosystems

* dr. gozd. zn., asistent., Biotehniška fakulteta oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO

**VSEBINA
CONTENTS**

1	UVOD	
	INTRODUCTION.....	163
2	VZDRŽEVANJE EKOSISTEMOV V KULTURNI KRAJINI	
	SELF-REGULATION AND MAINTAINANCE.....	165
3	METODE DELA IN RAZISKOVALNI OBJEKT	
	METHODS AND OBJECT OF STUDY.....	166
4	REZULTATI	
	RESULTS.....	168
5	RAZPRAVA	
	DISCUSSION.....	171
6	POVZETEK.....	177
	SUMMARY	180
	VIRI	
	REFERENCES.....	182

1 UVOD INTRODUCTION

Po načelih krajinske ekologije proučujemo zgradbo, delovanje in spremembe v krajini. Zaradi širine in težke obvladljivosti so različni avtorji v preteklosti posvečali več pozornosti samo posameznim kriterijem, ki določajo krajino kot ekološki sistem. Zaradi težavnosti pridobivanja podatkov in tudi interpretacije rezultatov je bilo delovanje krajine praviloma manj raziskano kot pa njena zgradba (prim. ANKO 1997, PIRNAT 1998a). Zaradi lažjega dela se je v preteklosti razvilo več poti kako ovrednotiti krajinsko ekološke raziskave. Po eni strani so tako razvili pojem parcialni kompleksi, po drugi strani pa teorijo matice, zaplate in koridorja (JOHNSON et. al. 1981, FORMAN/GODRON 1986). Z njimi se je razvilo zlasti proučevanje zgradbe ekosistemov in krajine. Zlasti delo Formana in Godrona je bilo v krajinski ekologiji odmevno in z njim so se omenjeni pojmi v krajinski ekologiji splošno uveljavili. V zadnjih desetih letih se je v eni vodilnih revij s področja krajinske ekologije, v reviji *Landscape Ecology*, pojavilo več člankov, ki so se ukvarjali s pojmi matica, zaplata in koridor - predvsem z njihovo zgradbo in deloma delovanjem ter spremembami. Zanimivo je, da večina obravnava številne vidike zaplate in koridorja, matica ostaja v ozadju. Praviloma so avtorji v svojih delih privzeli opredelitve omenjenih pojmov, kot sta jih začrtala Forman in Godron (1986).

Na kongresu IALE (International Association for Landscape Ecology) z naslovom "The Future of Our Landscapes", ki je potekal leta 1995 v Toulousu, je prevladovalo stališče (HOBBS 1997), da bo morala krajinska ekologija aktivno vplivati na prihodnost in razvoj krajin, sicer lahko ostane pasivna opazovalka, ki le beleži spremembe v krajini. Če naj razmišljamo o prihodnjih krajinah kot naslednjem nivoju, na katerem naj bi skušali zagotavljati trajnost, se je potrebno ozreti v preteklost in sedanost, ki naj nam pomenita bolj ali manj znano izhodiščno stanje za razmerje med ekosistemi, ki sestavljajo kulturno krajino. Prav medsebojna razmerja med ekosistemi, ki so različno oddaljeni od naravnega stanja oziroma pramatice, nam lahko veliko povedo o stabilnosti oziroma energijski zahtevnosti za vzdrževanje različnih oblik kulturne krajine. Zato je pomembno, da poleg pramatice opredelimo tudi trenutno matico v različnih kulturnih krajinah in prek energijskih tokov ocenimo, kakšni vložki energije so potrebni za vzdrževanje posameznih ekosistemov, ki jo sestavljajo.

Forman in Godron (1986) opredeljujeta matico po treh kriterijih:

1. Zavzema največjo površino v izbranem prostoru.
2. Je najboljše povezan krajinski element v prostoru.
3. Najmočneje obvladuje dinamiko prostora - ima največjo vlogo v delovanju krajine.

Avtorja ugotavljata, da je prva dva kriterija lažje meriti v prostoru, tretji kriterij pa ima lahko v določenih krajinah večjo težo. Kljub temu predlagata, naj bi v krajini ugotavljali matico po omenjenem vrstnem redu in se odločali za naslednji korak, če s prejšnjim ni mogoče dovolj nedvoumno določiti matice.

V novejšem delu je šel Forman (1995) še korak dalje. Sicer še vedno ostaja pri vseh treh opredelitvah matice v krajini, kot sta jih predstavila skupaj z Godronom (1986), vendar opozarja, da je obvladovanje dinamike prostora dejansko najpomembnejši kriterij, po katerem prepoznamo krajinsko matico - površina in povezljivost naj bi bila nadomestka oziroma le posredni metodi za ugotavljanje tretjega kriterija. Ta kriterij naj bi po Formanu (1995) najmočneje zaznamoval zlasti razvoj v krajini, če se v njej kakorkoli spremenijo naravni ali družbeni dejavniki, ki zaznamujejo njeno sedanje stanje. Prva dva kriterija se tako mnogo močneje dotikata zgradbe krajine, medtem ko tretji kriterij osvetljuje področje delovanja krajine in s tem povezanih sprememb v njej.

Forman (1995) našteje tudi nekaj primerov kontrole nad dinamiko prostora, ki v bistvu predstavljajo različne vektorje premeščanja snovi in organizmov. Seveda so ti zunanji dejavniki zunanji izraz notranjih energijskih razmerij med organizmi in okoljem. Tako lahko vplivajo na dinamiko prostora tisti ekosistemi, ki so vir rastlinskih semen, ekosistemi, v katerih prebivajo npr. črede rastlinojedov ali ključni plenilci. Na dinamiko prostora vplivajo lahko tudi procesi v neživi naravi, kamor sodijo meteorološki in geološki pojavi, ki vplivajo na tokove zračni delcev, poplav in drugih vodnih tokov. Seveda pa na spremembe danes najmočneje vpliva s svojim delovanjem človek (s posegi, kot so npr. gradnje, krčitve določenih ekosistemov in uvajanje drugih ter z vplivi, kot je npr. onesnaževanje voda, zraka in zemlje). V evropskih in s tem tudi slovenskih razmerah je prav delovanje človeka dejavnik ki najmočneje vpliva na dinamiko prostora. V razmerah, ko človek z umetno vnesenimi snovnimi in energijskimi tokovi vpliva na (ne)spreminjanje razmerij med različnimi ekosistemi v kulturni krajini, ko človek s kulturno krajino sestavlja nedeljivo celoto (prim. NAVEH 1994, 1998a,b), so prav ti vnosi kazalec delovanja in s tem povezanih morebitnih sprememb v krajini. To pomeni, da človek z omenjenimi energijskimi vnosi po eni strani vpliva na spremembe v krajini, po drugi pa se lahko tudi upira spremembam v krajini, ki bi se sicer zgodile, če bi

tovrstnega vpliva ne bilo. S pomočjo snovnih in energijskih tokov lahko ugotovimo, koliko in kakšne vrste snovi in energije mora v določene ekosisteme vpeljati človek, če naj na dinamiko prostora vpliva npr. prek njivske rabe, prek pašne ali hlevske živinoreje ali z gospodarjenjem z gozdovi. Umetna energijska vlaganja, ki jih vnašamo za vzdrževanje določenega ekosistema, so posredno kazalec energijskih potreb, če naj določena raba v prostoru še naprej živi in vpliva na razvoj krajine. Ti vnosi so seveda različni, če prevladuje v določeni rabi kmetijski ekosistemi nad gozdnimi in obratno.

2 VZDRŽEVANJE EKOSISTEMOV V KULTURNI KRAJINI **SELF-REGULATION AND MAINTAINANCE**

V Sloveniji je gozd pramatica, iz katere je človek z delom in vplivi oblikoval večino vseh kulturnih krajin, kot jih poznamo danes - s tem da je s pomočjo snovnih in energijskih tokov spremenil delež in vrsto ekosistemov - nekatere je omejil v prostoru, druge je vanj uvedel in tretje ukinil.

S temi posegi je nadomestil številne homeostatske mehanizme, ki vzdržujejo naravno krajino. V naravni krajini ocenjujemo, kako hitro se razvija sukcesija po motnji. V kulturni krajini, ki jo sestavljajo bolj ali manj spremenjeni, po E. Odumu (1989) "udomačeni" ekosistemi, lahko posredno ocenjujemo, kako močno so posamezni ekosistemi oddaljeni od naravnega stanja. Ugotoviti moramo vrsto in količino umetnih snovnih in energijskih tokov, ki jih v ekosistem vnaša človek z namenom, da bi delovali po njegovi zamisli. Umetni energijski tokovi so namreč tisti ukrep, zaradi katerega ostaja v kakem prostoru njiva še vedno njiva, travnik travnik in gospodarski gozd gospodarski gozd. Samoregulacija in vzdrževanje sta značilnosti živih organizmov in naravnih procesov, ki zagotavljajo življenje. Stabilnost naravnih sistemov dobro označuje pojem metastabilnost, po katerem živ sistem nikoli ni statičen, pač pa niha okrog določene osrednje vrednosti. V razvoju se sistem spreminja in s tem se spreminja tudi njegova metastabilnost. Po Formanu in Godronu (1986) je značilno za krajine, da se razvijajo v smeri vedno večje metastabilnosti, kadar se v njihovih ekosistemih kopiči snov, hkrati pa ne doživljajo motenj. Forman in Godron (1986) ločita z vidika metastabilnosti tri osnovne elemente:

- Fizično stabilni sistemi, ki imajo minimalno biomaso in minimalne površine, pokrite z zelenimi površinami. Z motnjo se lahko hitro spremenijo v nizko metastabilne sisteme.

- Nizko metastabilni sistemi, ki imajo navadno nizko biomaso, prevladujejo organizmi, ki imajo kratko življenjsko dobo in se hitro razmnožujejo. Ti sistemi hitro podležejo motnji, a se po njej tudi hitro opomorejo, če so le na voljo semena oziroma klice.
- Visoko metastabilni sistemi, ki imajo visoko biomaso, prevladujejo organizmi z dolgo življenjsko dobo. Ti sistemi se dalj časa upirajo motnji in tudi počasi opomorejo po njej, saj si s kopičenjem biomase ustvarijo povratne zveze. Podobno misel zasledimo pri Robiču (1985), ki trdi, da si stabilne združbe ustvarijo močno notranje okolje in se tako upirajo spremembam v zunanem okolju.

Prav študij energijskih tokov v različnih ekosistemih lahko osvetljuje nadzor nad dinamiko prostora. V ohranjenih ekosistemih je delež umetno vnesenih energijskih tokov manjši kot v spremenjenih. Prav tu pa tiči odgovor na vprašanje, ki si ga lahko zastavimo ob razmišljanju o stopnji obvladovanja dinamike prostora, ki naj bi bil ključni kriterij pri opredelitvi pojma matica: koliko energije je potrebno vnesti v posamezen ekosistem, da bo npr. gospodarski gozd še naprej ostal gospodarski gozd, travnik še naprej travnik in njiva še naprej njiva.

Naša raziskava je potekal na Kočevskem, kjer matice sicer ni težko določiti, saj ostaja to gozd po vseh treh kriterijih. Kljub temu pa smo z intenzivnim študijem snovnih in energijskih tokov v kmetijskih ekosistemih tudi v tem prostoru lahko odgovorili na zastavljeno vprašanje: koliko in kakšno energijo je potrebno vnesti v gospodarski gozd ali v kmetijska zemljišča, da ostajajo to, kar so in z medsebojnimi površinskimi razmerji in razporedom vplivajo na dinamiko snovnih in energijskih tokov v prostoru.

V pričujočem delu bomo skušali osvetliti prav ta tretji kriterij za ocenjevanje matice v krajini oziroma pomen umetno vnesenih energijskih tokov za njeno vzdrževanje.

3 METODE DELA IN RAZISKOVALNI OBJEKT **METHODS AND OBJECT OF STUDY**

Pričujoča raziskava prikazuje določen vidik študija krajinskih energijskih tokov, ki smo jih v nekoliko drugačni obliki že predstavili (PIRNAT 1998b) in jih tu le na kratko povzemamo.

Umetne energijske vnose, ki vstopajo prek meje obravnavane površine, smo analizirali za gospodarski gozd, njive, travnike in pašnike za izbrane predele Kočevske.

Gospodarske gozdove in kmetijska zemljišča smo primerjali glede na vrsto in količino umetno vnesene energije (sem sodi delo ljudi in strojev, vnosi energije, vezane v snovi, kot npr. gnojila, semena, zaščitna sredstva). Vzorčne gozdne površine so predstavljali posamezni ureditveni odseki v gospodarskih enotah Grintavec, Stojna, Vrbovec, Željne-Laze, Mozelj, Rog in Poljanska dolina, skupaj 26.234 ha gozdov. Vzorčne kmetijske površine so predstavljala tri družbena posestva, farme Mlaka, Livold, Cvišlarji, skupaj 1.899 ha. Za vse zemljiške kategorije smo primerjali podatke o vseh energijskih vnosih za vzorčno leto 1993 iz evidenc kmetijskih in gozdarskih služb.

Pri gozdnih delih smo upoštevali denarna nadomestila za delo v gozdu pri gojitvenih ter varstvenih delih v letu 1993 (ročno delo, strojno delo, poraba goriva, maziva, nadomestila za rezervne dele, amortizacija strojev). Ker se različna dela v gozdarstvu ne ponavljajo vsako leto na isti površini, je bilo potrebno dela na dejanski površini preračunati na celotno površino gozdov v vzorčnem območju, torej tudi na tiste površine, kjer gozdarji v omenjenem letu niso delali. Tako smo lahko primerjali povprečne vnose v gozdove z vnosi v kmetijske površine. Sečnje in spravila lesa nismo obravnavali na tem mestu, saj se z njima pridobiva del biomase, ki jo potrebujemo ljudje, nista pa nujno potrebna za naravni obstoj in obnovo gospodarskih gozdov. Gojitvena in varstvena dela pa so potrebna tako z gospodarskega vidika kot tudi za ohranjanje in pospeševanje obnove gozdov in s tem povezane gospodarske trajnosti in vzdrževanja gozda. Še posebej varstvena dela so zdaj ključna, saj je naravno pomlajevanje zaradi divjadi pereč problem Kočevske.

Na kmetijskih površinah smo uporabili podatke o vložnem gorivu in mazivu ter nadomestilih za rezervne dele in amortizacijo pri delu s stroji, prav tako smo ločevali ročno in strojno delo. Za vsako rabo tal smo pomnožili podatke o moči strojev in številu ur dela na določeni površini in tako dobili vrednosti v kWh. Stroške v tolarjih za gorivo in mazivo smo spremenili v kWh tako, da smo ceno delili s tehtano ceno nafte za leto 1993 (52,73 SIT na liter). Energijska vrednost nafte je med 42 in 44 MJ/kg, povprečno 43 MJ na kg, gostota pa 0,8 kg na dm³ (ANKO 1985, SMIL 1991), torej je energijska vrednost enega litra nafte okrog 9,55 kWh.

Energijsko vrednost za umetna in naravna gnojila, semena ter škropiva smo povzeli iz literature (LESKOŠEK 1993, McDONALD et al. 1995, RADINJA 1996). Vse računске obdelave in preglednice smo izdelali s pomočjo programa EXCEL 5.0 v okolju Microsoftovih Oken.

4 REZULTATI RESULTS

V preglednici 1 prikazujemo, kakšni so bili v letu 1993 umetni energijski vnosi, potrebni za vzdrževanje v različnih ekosistemih. Pri kmetijskih površinah smo upoštevali vse vrste vnosov, saj so za uspevanje enoletnih rastlin vsi potrebni vsako leto. Pri gozdovih smo upoštevali le gojitvena in varstvena dela, preračunano iz dejanske na celotno površino, ločeno po posameznih gospodarskih razredih.

Poleg načina, da preračunamo vnose iz dejanske površine v enem letu na celotno površino obravnavanih gozdov, lahko preračunamo tudi vse možne vnose na dejanski površini skozi celotno življenje določenega sestoja. Ob več kot stoletje dolgi proizvodni dobi je seveda težko predvideti vse ukrepe, ki jih namenimo za vzdrževanje gospodarskega gozda. Zato se pomudimo le ob teoretičnem modelu. V preglednici 2 prikazujemo energijske vnose, ki so jih zahtevala posamezna gojitvena in varstvena dela v vzorčnem območju.

Če si zamislimo modelno stanje, v katerem bi kak hipotetični gozd nastal z umetno obnovo, pripravo tal, sadnjo, z zaščito sadik s premazi, feromoni in z ograjo, z npr. štirikratno obžetvijo, dva do štirikratno nego mladja, nego goščice, s ponovljenimi redčenji v letvenjaku in drogovnjaku z enkratnim obžagovanjem, potem bi vse to pomenilo v povprečju od 3500 - 4500 kWh/ha površine v življenju sestoja oziroma v 135 - 150 letih v povprečju od 25 - 35 kWh/ha modelne površine letno. Seveda smo si zamislili zelo intenzivne gojitvene in varstvene ukrepe. Z manj intenzivnimi gojitvenimi in varstvenimi ukrepi, bi se tovrstni vnosi lahko znižali tudi za dve tretjini in več, kar bi pomenilo okrog 7 - 10 kWh/ha v celotnem življenju sestoja. Seveda so prav pri gojitvenih in varstvenih delih velike razlike med gospodarskimi razredi, zlasti spremenjeni in malodonosni gozdovi so energijsko zahtevnejši za vzdrževanje (PIRNAT 1998a). Letni stroški gojitvenih del na dejanski površini so predstavljali od 99,19 kWh/ha (bukovi sestoji) do 1197,33 kWh/ha (premene v malodonosnih sestojih), tehtano pa 331,99 kWh/ha dejanske površine (PIRNAT 1998a).

Letni stroški varstvenih del na dejanski površini so predstavljali od 634,26 kWh/ha (povprečje za zaščito sadik s premazi) do 10.887,00 kWh/ha (zaščita z ograjo), tehtano 637,70 kWh/ha dejanske površine (PIRNAT 1998a).

Preglednica 1: Umetni energijski vnosi, potrebni za vzdrževanje ekosistemov, po rabah tal v glede na celotno površino v vzorčnem območju

Table 1: Artificial energy inputs for maintenance of ecosystems according to different land uses in study area

Kmetijska raba <i>Agricultural land use</i>	Delo/ <i>Labour</i> (kWh/ha)	Snovni vnosi/ <i>Material input</i> (kWh/ha)	Skupaj/ <i>Total</i> (kWh/ha)
Njiva <i>Field</i>	4.823,73	7.817,91	12.641,64
Travnik <i>Meadow</i>	1.831,80	4.851,98	6.683,78
Pašnik <i>Pasture</i>	896,72	3.610,46	4.507,18
Gozdovi - gospodarski razredi <i>Forests - Management classes</i>	Delo/ <i>Labour</i> (kWh/ha)	Snovni vnosi/ <i>Material input</i> (kWh/ha)	Skupaj/ <i>Total</i> (kWh/ha)
Jelovo-bukovi, nižinski <i>Fir-beech low-lying stands</i>	4,16	51,57	55,73
Nižinski zasmrečeni <i>Low-lying, dominance of spruce</i>	5,90	49,43	55,33
Malodonosni sestoji <i>Low-yield stands</i>	0,89	44,33	45,22
Jelovo-bukovi, zasmrečeni <i>Fir-beech, dominance of spruce</i>	9,97	35,20	45,17
Jelovo-bukovi, zabukovljeni <i>Fir-beech, dominance of beech</i>	3,84	17,89	21,73
Jelovo-bukovi, prebiralni <i>Fir-beech, selection management</i>	0,49	18,86	19,35
Hrastovo-bukovi sestoji <i>Oak-beech stands</i>	2,68	13,84	16,52
Bukovi sestoji <i>Beech stands</i>	2,34	13,73	16,07
Jelovo-bukovi, skup. postopni <i>Fir-beech, group-graded management</i>	1,58	12,90	14,48
Prednostne površine za divjad <i>Preferential areas for game</i>	0,04	12,08	12,12
Termofilna bukovja <i>Thermophilic beech stands</i>	0,01	4,51	4,52
Bukovja na silikatu <i>Beech stands on silicate parent rock</i>	1,29	2,47	3,76
Tehtane sredine <i>Weighted means</i>	2,77	33,19	35,96

Preglednica 2: Vnosi v obliki strojnega in (ali) ročnega dela po posameznih gojitvenih in varstvenih delih, preračunano na dejansko površino (v kWh/ha)

Table 2: Inputs in the form of machine and/or manual work by cultivating and protection work, calculated at actual surface area in kWh/ha

Gojitvena dela <i>Silvicultural measures</i>	Tehtano <i>Weighted</i> (kWh/ha)	Najmanj <i>Minimum</i> (kWh/ha)	Največ <i>Maximum</i> (kWh/ha)
Priprava tal <i>Site preparation</i>	152,94	94,32	186,10
Priprava sestoja <i>Stand preparation</i>	152,55	89,75	335,98
Redčenje drogovnjaka <i>Pole stage thinning</i>	128,34	97,38	300,73
Redčenje letvenjaka <i>Thin pole stage thinning</i>	117,12	98,59	430,21
Nega gošče <i>Thicket stage tending</i>	114,03	96,90	118,18
Sadnja <i>Planting</i>	17,94	6,75	45,00
Obžagovanje <i>Pruning</i>	3,08	3,08	3,08
Nega mladja <i>Young growth tending</i>	2,16	1,39	9,17
Obžetev <i>Girdling</i>	1,53	0,43	4,80

Varstvena dela <i>Protective measures</i>	Tehtano <i>Weighted</i> (kWh/ha)
Zaščita s premazi <i>Protection with coating</i>	634,80
Zaščita s feromoni <i>Protection with pheromone</i>	9,15
Zaščita z ograjo <i>Protection with fences</i>	10.887,00
Zaščita - tehtano <i>Weighted protection</i>	637,70

Tudi s to posredno metodo dobimo podoben rezultat kot pri naši metodi preračunavanja iz dejanske na celotno površino. Seveda je primerjava s kmetijskimi vlaganji možna le, če preračunamo vse letne vnose na celotno površino modelnega območja gozdov, kar znese za posamezne gospodarske razrede od nekaj kWh/ha pa do prek 55 kWh/ha celotne površine, v povprečju tehtano skoraj 36 kWh/ha površine, kar približuje rezultate hipotetični zgornji modelni primerjavi.

5 RAZPRAVA DISCUSSION

Zavedamo se, da je zlasti v gozdni proizvodnji enoletni opazovalni niz mnogo prekratek za podrobno sklepanje, kljub temu pa lahko zaradi razmeroma obsežne površne gojitvenih in varstvenih del lahko ocenjujemo velikostni razred snovnih in energijskih vnosov, ki so potrebni za vzdrževanje različnih oblik gospodarskega gozda.

Členitev na podlagi energijskih tokov osvetljuje značilne razlike med energijsko zahtevnejšimi kmetijskimi ekosistemi ter energijsko manj zahtevnimi gozdovi. Hkrati pa lahko prav prek energijskih tokov vsebinsko utemeljimo krajinsko matico. V luči naših ugotovitev je prav čim manjša odvisnost od umetno vnesenih energijskih vhodov najboljši kazalec za oceno tretjega in odločilnega kriterija, ki ga naj izpolnjuje matica v krajini.

Energijski vnosi v gojitvena in varstvena dela v gozdarstvu so ključna postavka za vzdrževanje gospodarskega gozda. Res je, da bi gozd, kot sukcesijsko gledano klimaksna vegetacijska skupina, obstal tudi brez gojitvenih in varstvenih vnosov, za razliko od kmetijskih rab, vendar si tega v gospodarskih gozdovih ne moremo privoščiti. Če vanj namreč ne bi vlagali omenjenih vnosov, bi bile količina in predvsem kakovost izhodov - to je pridobljene lesne mase - nižja. Zato moramo šteti gojitvene in varstvene vnose kot vnose, potrebne za vzdrževanje gospodarskega gozda.

Kmetijstvo in gozdarstvo opredeljuje drugačen tok umetno vnesene snovi in energije - pač glede na različne cilje obeh panog, zato je smiselna le energijska primerjava med različnimi kmetijskimi rabami kot ekosistemi na eni in gospodarskimi gozdovi kot ekosistemi na drugi strani.

Njiva, travnik, pašnik so ekosistemi z nizko metastabilnostjo, saj rastejo na njih praviloma enoletne rastline z nizko biomaso. Ko človek pospravlja pridelek, deluje kot »motnja« za omenjene ekosisteme. V bistvu so vsi človekovi vnosi snovi in energije merilo, kaj je potrebno storiti, da si trajno zagotovimo približno enako količino pridelka, torej so vsi vnosi potrebni tudi za vzdrževanje sistema. Ob tem je tudi zanimivo, da delež snovi narašča, čim bolj spremenjeni ekosistemi sestavljajo in vzdržujejo kulturno krajino. Vnosi v njivo so bili v danem primeru kar 2.8-krat višji kot vnosi v pašnik. Tudi če primerjamo povprečne vrednosti vnosov med pašniki in travniki z njivo, so bili vnosi še vedno okrog 2.2-krat višji. Vzdrževanje površin, v kateri bi prevladovala polja, je primerjavi s travnatimi površinami energijsko gledano mnogo bolj zahtevno. Še vedno pa

so celo vnosi v travnate površine okrog 100-krat višji kot vnosi v vzdrževanje gospodarskega gozda; vse prikazujemo v preglednici 3.

Preglednica 3: Količine umetnih energijskih vlaganj (v kWh/ha) in njihova medsebojna razmerja, ki jih zahteva vzdrževanje ekosistemov v enem letu

Table 3: Quantities of artificial energy inputs invested (in kWh/ha) and their mutual proportions that are required for maintaining ecosystems in one year

Umetni energijski vnosi <i>Artificial energy inputs</i>	Njiva <i>Field</i>	Travnik <i>Meadow</i>	Pašnik <i>Pasture</i>	Gozd - spremenjen <i>Forest-changed</i>	Gozd-ohranjen <i>Forest- preserved</i>
(kWh/ha)	12.642	6.684	4507	55 - 20	20 - 3
Razmerje / <i>Proportion</i>	100	53	36	0.4 - 0.2	0.2 - 0.03

Gozd je za razliko od kmetijskih sistemov ekosistem z veliko metastabilnostjo, ustvarja in vzdržuje več biomase, proizvodna doba traja prek sto let. Gozd se v primerjavi s kmetijskimi ekosistemi dalj časa upira motnji, zato pa tudi potrebuje mnogo več časa, da vzpostavi vsaj približno podobno stanje kot pred njo. Ker je naravna sukcesija v gospodarskem gozdu za človekove potrebe navadno prepočasna, mora človek v obnovo pogosto vlagati energijo v obliki dela in snovnih vnosov. Gojitvena in varstvena dela so ključna za vzdrževanje zelene zgradbe gospodarskega gozda. Če pride do motnje, ki jo lahko predstavlja porušeno ravnotežje med rastlinojedi in nosilno kapaciteto gozda, so še posebej varstvena dela lahko ključna za vzdrževanje določenih mlajših razvojnih faz. Obseg gojitvenih in varstvenih del se je v danem letu gibal v razmerju 1 : 15, od bolj ohranjenih bukovih gozdov do najbolj spremenjenih zasmrečenih in nižinskih jelovo-bukovih sestojev.

Če bi se človek z omenjenimi tokovi s prostora umaknil, bi se lahko spet začela nemotena sukcesija. V gospodarskem gozdu predvsem človek z gojitvenimi in zaščitnimi ukrepi vpliva na prihodnjo podobo gospodarskega gozda in s tem spreminja naravne homeostatske mehanizme oziroma vpliva nanje. Zato lahko prek vnosov v gojenje in varstvo posredno ugotavljamo odmik od naravnega stanja in s tem oddaljenost od naravnega stabilnega stanja. S temi vnosi človek zadržuje in nadomešča naravne sukcesijske mehanizme. Tako so vnosi v spremenjene gozdove lahko do desetkrat višji kot pa v bolj ohranjenih gozdovih, kljub temu pa bistveno nižji kot v kmetijskih ekosistemih.

Potrebni umetno vneseni energijski vhodi so tem večji, čim bolj je posamezen ekosistem oddaljen od naravne oblike. Energijski vidik tudi posredno pojasnjuje, da bi povratek iz njive v naravni gozd prek naravne sukcesije potekal najdalj časa, travniki so že bližje naravni obliki, pašniki še bližje, gospodarski gozd pa daleč najbližje, saj izhajajo gojitveni in varovalni ukrepi na eni strani iz gospodarskih ciljev oziroma jih moramo vnašati v sistem zaradi tega, ker so gozdovi zaradi predhodnih motenj spremenjeni glede na obliko, ki bi jo imeli popolnoma negospodarjeni gozdovi.

Stabilnosti matice tako kot krajine ne moremo razumevati statično. Čas, s katerim se matica upira spremembi, kot kriterij stabilnosti ne zadošča povsem, prav tako ne hitrost, s katero se sistem po motnji povrne v prejšnje stanje. Danes človek v kulturni krajini aktivno posega v njen razvoj in tako vpliva na njeno odpornost do motnje, še bolj pa posega vanjo po vseh motnjah - le teoretično bi še lahko govorili o okrevanju kake krajine po motnji brez vpliva človeka, saj ljudje še posebej kulturne krajine po svojih zamislih popravljamo in preoblikujemo.

Ko se ob tem sprašujemo o matici, se zdi danes v spremenjeni kulturni evropski krajini pomembno, da ugotovimo tudi pramico, torej obliko krajine, kakršna je bila pred delovanjem človeka - tako lahko namreč presodimo, kateri ekosistem je danes najbližji tedanjemu stanju. Pri nas v Sloveniji je ta pramica praktično povsod gozd - razen nad gornjo drevesno mejo in mestoma v predelih, kjer gozd ne more uspevati. Ko torej določamo matico, na začetku še vedno ostajamo pri prvih dveh kazalcih, to je prevladujoči površini in povezanosti, kadar pa ta dva dejavnika odpovesta, pomeni, da sta vsaj dve vrsti rabe tal po površini in povezanosti trenutno dovolj podobni in moramo matico določiti drugače. Zato predlagamo, da vpliv na dinamiko prostora gledamo razvojno v času. V kulturni krajini, ki jo danes popolnoma obvladuje človek z zmožnostjo, da upravlja z umetnimi energijskimi vnosi, moramo upoštevati tudi družbeno komponento. Tovrstne energijske raziskave lahko povedo, kakšna energijska vlaganja so in bodo potrebna za vzdrževanje določenih ekosistemov, tako po kakovosti kot po obsegu. S tem pa lahko ocenimo energijski vložek, ki je potreben, če naj v dani krajini po površinskem deležu prevladuje matica kmetijske ali gozdne rabe.

Ob tem velja pripomniti, da nam tovrstna spoznanja in odločitve lahko olajšajo gospodarjenje z gozdom tudi v primeru, ko gozdne zaplate ne sestavljajo gozdne matice, pač pa ostajajo bolj ali manj osamljeni otoki ohranjenih ekosistemov v matici kmetijskih površin. Gozdarstvo si je v Program razvoja gozdov (1995) zapisalo med cilje ohranitve naravnega okolja in ekološkega ravnotežja v krajini tudi »...ohranitev primerne

gozdnatosti v vseh slovenskih krajinah in preprečevanje drobljenja gozdnih površin« (točka 3.2). Med usmeritvami v istem programu tudi piše, da je potrebno »... izdelati izhodišča in merila za ohranitev ekološko nepogrešljivih ostankov gozdov, skupin ter posameznih dreves v krajini, istočasno pa je treba zaradi številnih splošno koristnih učinkov gozdov preprečevati drobljenje ostankov gozdov v nižinskih predelih« (točka 4.1). Prav spoznanje, da je gozd kot pramatica in najbolj naravna oblika matice v prostoru tudi z vidika stabilnosti in energijske nižje odvisnosti od umetnih energijskih vnosov najboljši kazalec naravnosti prostora, nam lahko pomaga, ko skušamo ohraniti zaplate in tudi najmanjše ostanke gozda v spremenjenih kmetijskih in urbanih krajinah.

Delež gozdov ali kmetijskih zemljišč je danes odvisen poleg osnovnih naravnih danosti od človeka oziroma od razmer v družbenem okolju, ki določajo, katera oblika rabe tal se v določenem času in prostoru lahko uveljavi. To vidimo tudi v preteklosti, saj je bil po Programu razvoja gozdov v Sloveniji (1995) delež gozdov po zemljiški odvezi s 36.4% najnižji v Sloveniji, potem pa je naraščal vse do 53.2 % v najnovejšem času.

Pojem krajinska matica lahko pomembno pomaga pri odločitvah, kako daleč zunaj gozda sega t. i. gozdni prostor. Po pravilniku o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998) je meja med gozdnim in kmetijskim prostorom določena tako, da sodijo v gozdni prostor v t.i. gorski gozdnati in gozdni krajini »...vse površine naravnih ekosistemov..., območja ekstenzivne (gozdne) paše... nenaseljene senožeti in lazi« (čl.11). V gozdnati krajini pa sodijo v gozdni prostor »...nenaseljene senožeti in lazi, če se pojavljajo kot osredki znotraj gozda na površinah do 2 ha« (čl.11). V istem členu pravilnika tudi piše, da se gozdnatost ugotavlja na krajinsko zaokroženih območjih, velikih nekaj kvadratnih kilometrov. V pravilniku ni napisano, kako naj bi izbirali ta krajinsko zaokrožena območja. Če naj bi krajinska zaokrožena področja zbirali po krajinskoekoloških načelih, torej po načelu zgradbe in delovanja krajine, bi bili različno visoki energijski vnosi, potrebni za vzdrževanje ekosistemov, lahko pomemben dejavnik za tovrstno zaokroževanje.

Povsod tam, kjer lahko zapišemo, da je matica gozd, zajema t.i. gozdni prostor tudi negozdne naravne ekosisteme in nenaseljene senožeti ter laze. V tem primeru lahko govorimo o kmetijskih rabah, kjer se razen občasne košnje ne vplaga druge umetno vnesene energije, tako da so energijsko gledano ti ekosistemi le minimalno odvisni od človeka, podobno kot gospodarski gozdovi. V kmetijski krajini se srečujemo z intenzivnim obdelovanjem, zato je tu po pravilniku gozdni prostor omejen izključno na gozd. Težave nastopijo pri razmejevanju gozdne, gozdnate in kmetijske krajine, saj v

kmetijski krajini gozdni prostor zajema nenaseljene osredke kmetijskih zemljišč znotraj gozdnih kompleksov, če so manjši od 0.5 ha, v gozdnati krajini pa zajema nenaseljene osredke kmetijskih zemljišč znotraj gozdnih kompleksov, če so manjši od 2.0 ha. V gozdni krajini pa se osredkom pridružijo tudi bližnje, ob gozdu ležeče ekstenzivne kmetijske površine. Če gledamo na ekosisteme le z vidika energijskih vlaganj, ki so potrebna za vzdrževanje ekosistemov, potem je površinski prag nepomemben. Zanima nas le intenzivnost oziroma ekstenzivnost vlaganj, potrebnih za vzdrževanje posameznih ekosistemov. Ker je gozdarstvo v omenjenem pravilniku zapisalo, da sodijo v t.i. gozdni prostor praviloma najbolj ekstenzivne kmetijske površine, se zdi ocenjevanje prek energijskih vlaganj tisti kriterij, po katerem bi lahko objektivno prisodili, katere negozdne površine znotraj gozdov bi dejansko sodile v gozdni prostor in katere ne.

Že omenjene kmetijske površine, ki jih vzdržujejo praktično le s strojno košnjo, pašo oziroma ročnim delom, bi tako smiselno sodile v gozdni prostor, intenzivneje gospodarjene kmetijske površine, ki jih opredeljuje visok delež umetno vnesene snovi in energije, pa ne.

Če govorimo o obvladovanju dinamike prostora, se upravičeno postavlja vprašanje, kako naj gledamo na spremembe v kulturni krajini. Vos in Stortelder (1992) sta npr. poimenovala svojo študijo sprememb v Toskani z naslovom »Vanishing Tuscan Landscapes« (Izginjajoče toskanske krajine). Ob tem naslovu sicer odličnega dela s področja krajinske ekologije imamo lahko upravičeno določen pomislek, saj zaradi človekovega delovanja sicer lahko izginjajo posamezni ekosistemi, nikakor pa ne krajine - le te se z izginjanjem določenih ekosistemov in širjenjem drugih ali nastajanjem tretjih sicer spreminjajo, nikakor pa ne izginjajo - ta izraz bi bil primeren le za nekdanjo naravno krajino. V kulturni krajini torej ne izginjajo krajine, pač pa lahko izginjajo ekosistemi - predvsem pa se zaradi tega lahko spreminja tudi krajinska matica.

Ko govorimo danes o kulturni krajini, se zavedamo, da je vsako kulturno krajino opredeljuje poleg zgradbe in delovanja njej lastno razmerje med naravnimi danostmi in spremembami, ki jih je v njej povzročil človek. Po Navehu (1998a,b) zato ni dovolj, da le ločujemo naravne in kulturne krajine, pač pa moramo primerjati različne vidike njihovega delovanja, njihove energijske in snovne tokove, organizme in informacije, ki jih opredeljujejo. Na podlagi razlik v omenjenih danostih predlaga Naveh (1988a) delitev na štiri skupine osnovnih krajinskih ekotopov, ki jih v poenostavljeni obliki prikazujemo v sliki 1.

Slika1: Funkcionalni razpored krajinskih ekotopov glede na energijo, snov, organizme in informacijske vložke (prirejeno po Navehu 1998a)

Figure : Functional disposition of landscape ecotops with respect to energy, matter, organisms and informative inserts (according to Naveh 1998a)

	Sončna energija <i>Solar energy</i>	Organska snov <i>Organic matter</i>	Naravni organizmi <i>Natural organisms</i>	Biofizične informacije <i>Bio-physiscal information</i>
Naravni in blizu naravni ekotopi <i>Natural and sub-natural ecotops</i>				
Pol naravni in tradicionalni ekotopi <i>Semi-natural and traditional ecotops</i>				
Intenzivni agro-industrijski ekotopi <i>Intensive agro-industrial ecotops</i>				
Urbano-industrijski ekotopi <i>Urban-industrial ecotops</i>				
	Fosilna energija <i>Fossil energy</i>	Kemična snov <i>Chemical matter</i>	Udomačeni organizmi <i>Domesticated organisms</i>	Kulturne informacije <i>Cultural information</i>

Avtor opozarja, kako s spremenjenostjo krajinskih ekotopov upada vpliv naravne energije, delež naravnih organizmov in biofizičnih informacij ter kontrole, narašča pa delež umetno vnesene kemične energije in snovi, udomačenih organizmov in človekovih artefaktov ter kulturnih informacij in kontrole. Umetne urbano-industrijske ekotope lahko vzdržuje le človek.

V svojih novejših študijah (NAVEH 1998a, b) avtor poudarja pomen t.i. regenerativnih oziroma recimo jim obnovitvenih ekotopov v krajini. V naših razmerah lahko ta vidik postavimo nekoliko drugače. Prav gozdna matica in zaplate gozdov v matici drugačne rabe so tisti »obnovitveni« dejavnik, ki zaradi svoje ohranjenosti, energijske neodvisnosti, ohranjenih homeostatskih mehanizmov in bioloških informacij predstavljajo »obnovitveni« potencial za vsako kulturno krajino in s tem jamstvo za njeno trajnost. Nič manj kot za gozdno krajino veljajo te ugotovitve za gozdne otoke v agrarni krajini. Zagotavljanje trajnosti rabe tal v t.i. gozdnatem prostoru je ena izmed pomembnih nalog

gozdarstva v prihodnosti, pri čemer bo pomemben jeziček na tehtnici odločanja v prihodnje pomenil tudi energijski oziroma denarni vidik vzdrževanja kulturne krajine. Tudi s pomočjo tovrstnih krajinskoekoloških študij želimo prispevati k trajnosti na krajinski ravni.

6 POVZETEK

Stabilnost ekosistemov v krajini in njihov vpliv na dinamiko prostora lahko ocenjujemo tudi prek energijskih vlaganj, potrebnih za vzdrževanje različnih ekosistemov. Prav medsebojna razmerja med ekosistemi, ki so različno oddaljeni od naravnega stanja oziroma pramatice, nam lahko veliko povedo o stabilnosti oziroma energijski zahtevnosti za vzdrževanje različnih oblik kulturne krajine. Zato je pomembno, da poleg pramatice opredelimo tudi trenutno matico v različnih kulturnih krajinah in prek energijskih tokov ocenimo, kakšni vložki energije so potrebni za vzdrževanje posameznih ekosistemov, ki jo sestavljajo.

Forman in Godron (1986) opredeljujeta matico po treh kriterijih:

1. Zavzema največjo površino v izbranem prostoru.
2. Je najboljše povezan krajinski element v prostoru.
3. Najmočneje obvladuje dinamiko prostora - ima največjo vlogo v delovanju krajine.

Avtorja ugotavljata, da je prva dva kriterija lažje meriti v prostoru, tretji kriterij pa ima lahko v določenih krajinah večjo težo, kadar se na podlagi prvih dveh kriterijev ne moremo nedvoumno opredeliti. Kljub temu predlagata, naj bi v krajini ugotavljali matico po omenjenem vrstnem redu in se odločali za naslednji korak, če predhodnem ni mogoče dovolj nedvoumno določiti matice.

V novejšem delu Forman (1995) opozarja, da je obvladovanje dinamike prostora dejansko najpomembnejši kriterij, po katerem prepoznamo krajinsko matico - površina in povezljivost naj bi bila nadomestka oziroma le posredni metodi za ugotavljanje tretjega kriterija. Ta kriterij naj bi po Formanu (1995) najmočneje zaznamoval zlasti razvoj v krajini, če se v njej kakorkoli spremenijo naravni ali družbeni dejavniki, ki zaznamujejo njeno sedanje stanje. Prva dva kriterija se tako mnogo močneje dotikata zgradbe krajine, medtem ko tretji kriterij osvetljuje področje delovanja krajine in s tem povezanih sprememb v njej - še posebej če ga skušamo proučevati s kazalci energijskih vnosov.

V Sloveniji je bil gozd pramatica, iz katere je človek z delom in vplivi oblikoval vse vrste kulturnih krajin, kot jih poznamo danes - s tem da je s pomočjo snovnih in energijskih tokov spremenil delež in vrsto ekosistemov - nekatere je nekatere je omejil v prostoru, druge je vanj uvedel in tretje ukinil.

S temi posegi je nadomestil številne homeostatske mehanizme, ki vzdržujejo naravno krajino. V naravni krajini ocenjujemo, kako hitro se razvija sukcesija po motnji. V kulturni krajini, ki jo sestavljajo bolj ali manj spremenjeni, po E. Odumu (1989) "udomačeni" ekosistemi, lahko posredno ocenjujemo, kako močno so posamezni ekosistemi oddaljeni od naravnega stanja. Ugotoviti moramo vrsto in količino umetnih snovnih in energijskih tokov, ki jih v ekosistem vnaša človek z namenom, da bi ekosistemi delovali po njegovi zamisli. Umetni energijski tokovi so namreč tisti ukrep, zaradi katerega ostaja v kakem prostoru njiva še vedno njiva, travnik travnik in gospodarski gozd gospodarski gozd.

Umetne energijske vnose, ki vstopajo prek meje obravnavane površine, smo analizirali za gospodarski gozd, njive, travnike in pašnike za izbrane predele Kočevske. Gospodarske gozdove in kmetijska zemljišča smo primerjali glede na vrsto in količino umetno vnesene energije (sem sodi delo ljudi in strojev, vnosi energije, vezane v snovi, kot npr. gnojila, semena, zaščitna sredstva). Vzorčne gozdne površine so predstavljali posamezni ureditveni odseki v gospodarskih enotah Grintavec, Stojna, Vrbovec, Željne-Laze, Mozelj, Rog in Poljanska dolina, skupaj 26.234 ha gozdov. Vzorčne kmetijske površine so predstavljala tri družbena posestva, farme Mlaka, Livold, Cvišlarji, skupaj 1.899 ha. Za vse zemljiške kategorije smo primerjali podatke o vseh energijskih vnosih za vzorčno leto 1993 iz evidenc kmetijskih in gozdarskih služb.

Pri gozdnih delih smo upoštevali denarna nadomestila za delo v gozdu pri gojitvenih ter varstvenih delih v letu 1993 (ročno delo, strojno delo, poraba goriva, maziva, nadomestila za rezervne dele, amortizacija strojev). Gojitvena in varstvena dela pa so potrebna tako z gospodarskega vidika kot tudi za ohranjanje in pospeševanje obnove gozdov in s tem povezane gospodarske trajnosti in vzdrževanja gozda. Ker se različna dela v gozdarstvu ne ponavljajo vsako leto na isti površini, je bilo potrebno dela na dejanski površini preračunati na celotno površino gozdov v vzorčnem območju, torej tudi na tiste površine, kjer gozdarji v omenjenem letu niso delali. Tako smo lahko primerjali povprečne vnose v gozdove z vnosi v kmetijske površine. Sečnje in spravila lesa nismo obravnavali na tem mestu, saj se z njima pridobiva del biomase, ki jo potrebujemo ljudje, nista pa nujno potrebna za obstoj gozdov.

Na kmetijskih površinah smo uporabili podatke o vložnem gorivu in mazivu ter nadomestilih za rezervne dele in amortizacijo pri delu s stroji, prav tako smo ločevali ročno in strojno delo. Za vsako rabo tal smo pomnožili podatke o moči strojev in številu ur dela na določeni površini in tako dobili vrednosti v kWh. Stroške v tolarjih za gorivo in mazivo smo spremenili v kWh tako, da smo ceno delili s tehtano ceno nafte za leto 1993 (52,73 SIT na liter). Energijska vrednost nafte je med 42 in 44 MJ/kg, povprečno 43 MJ na kg, gostota pa 0,8 kg na dm³ (ANKO 1985, SMIL 1991), torej je energijska vrednost enega litra nafte okrog 9,55 kWh. Energijsko vrednost za umetna in naravna gnojila, semena ter škropiva smo povzeli iz literature (LESKOŠEK 1993, McDONALD et al. 1995, RADINJA 1996). Vse računske obdelave in preglednice smo izdelali s pomočjo programa EXCEL 5.0 v okolju Microsoftovih Oken.

Umetni energijski vnosi za vzdrževanje njiv so znašali v vzorčnem letu 12.641 kWh/ha, za vzdrževanje travnikov 6.684 kWh/ha, za vzdrževanje pašnikov 4.507 kWh/ha, gojitvena in varstvena dela za vzdrževanje gospodarskih gozdov pa so znašala od 56 kWh/ha intenzivno gospodarjenih jelovo-bukovih nižinskih in nižinskih zasmrečenih gozdov, pa do 4 kWh/ha v termofilnih gozdovih. Prostor, kjer je matica kmetijska raba, potrebuje za vzdrževanje bistveno višja energijska vlaganja kot gozdovi. Hkrati je prav velikost umetnih energijskih vnosov lahko eden izmed kriterijev za oblikovanje t.i. gozdnega prostora. Če gledamo na ekosisteme z vidika energijskih vlaganj, ki so potrebna za vzdrževanje ekosistemov, potem lahko ločimo intenzivna in ekstenzivna kmetijska zemljišča. Ker je gozdarstvo v Pravilniku o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998) zapisalo, da sodijo v t.i. gozdni prostor praviloma najbolj ekstenzivne kmetijske površine, se zdi ocenjevanje prek energijskih vlaganj, potrebnih za vzdrževanje ekosistema tisti kriterij, po katerem bi lahko objektivno presodili, katere negozdne površine znotraj gozdov bi dejansko sodile v gozdni prostor in katere ne.

SUMMARY

The stability of ecosystems in landscapes and its affect on space dynamics can be estimated through energy investment needed for maintaining the different ecosystems. The mutual proportion between ecosystems that are far from a natural status or original matrix can tell us a great deal about the stability or energy requirements for maintaining different forms of cultural landscape. It is therefore important that, besides the original matrix, we also define the momentary matrix in different cultural landscapes and through energy flows, we can estimate what energy needs to be invested for maintaining individual ecosystems it is comprised of.

Forman and Godron (1986) describe a matrix according to three criteria:

- It occupies the greatest surface area in a selected space.
- It is the most dependant landscape element in the space.
- It most strongly masters the space dynamics - it has the greatest role in the functioning of the landscape.

The authors have found that the first two criteria are easier to measure in the space whereas the third can be more difficult in certain landscapes. In spite of this we propose the matrix is found in a landscape by the stated order and the next step is taken where the one before is not sufficient to determine the matrix.

In the newest work of Forman (1995) it is shown that the prevailing space dynamics are actually the most important criteria. This criteria, according to Forman, most strongly determines the development of the landscape where in it any alterations to natural or social factors denote its present status. The first two criteria much more strongly relate to the construction of the landscape whereas the third sheds light on its functioning and therefore the alterations in it.

In Slovenia, the forest is the original matrix from which man with his work influenced the formation of all types of cultural landscape known today - with this, aided by matter and energy flows, he changed the proportion and type of ecosystem - some were diminished, a second introduced to the space, and a third terminated.

With these interventions, a number of homeostatic mechanisms were replaced that maintain the natural landscape. In the natural landscape, we estimate how quickly succession develops from disturbances. In the cultural landscape comprised of more or

less altered "domesticated" ecosystems (according to Odum 1989), we can estimate how strongly individual ecosystems are removed from the natural state. We must find the type and quantity of artificial matter and energy flows brought to bear on the ecosystem by man with the intention of bringing it to function at his will. These artificial energy flows are the measures taken due to which there exist in a given space fields, meadows and economic forests.

Artificial energy inputs to a treated surface area were analysed for an economic forest, field, meadow and pasture in a tract of Kočevje. Economic forests and farmland were compared with respect to the type and quantity of artificial input energy (here are the work of people and machines, energy input, connected matter such as fertiliser, seeds, protective). The sample forest areas represented individual husbanded sections in the economic units of Grintavec, Stojna, Vrbovec, Željne-Laze, Mozelj, Rog and Poljanska dolina - altogether 26,234 hectares of forest. The sample farmlands were represented by three family smallholdings - Mlaka, Livold and Cvišlarji farms - altogether 1,899 hectares. For all land areas we compared data on all energy inputs for a sample year 1993 from records of farming and forestry offices.

With the forest parts, we considered the monetary reward for work in the forest in cultivating and protective work in 1993 (manual work, machine work, fuel use, lubricants, replacement parts, depreciation of machinery). Cultivation and protective work were needed from a husbandry point of view as was also preserving and renewing forests and with it the connected forest sustainability and maintainance. As different work in forestry is not repeated every year in the same area, it was necessary to calculate work on an actual area for the whole area of forest in the sample region, i.e. also on those areas not worked on that year. We could then compare mean inputs into the forests with inputs to farmland. Felling and wood extraction were not dealt with here as the biomass attained needed people but was not necessary for the forest's existence.

On farmland, we used data in invested fuel and lubricants and spare parts and machine depreciation by dealing with manual and machine work separately. For every ground usage we used data on the power of machines and number of hours of work on a specific area and so obtained values in kWh. The costs in tolar for fuel and lubricants were changed into kWh such that we divided the cost by a weighted cost of oil for 1993 of 52.73 tolar/litre). The energetic value of oil is between 42 and 44 MJ/kg, average 43 and a density of 0.8 kg/dm³ (ANKO 1985, SMIL 1991) so the energy value of one litre of oil was about 9.55 kW. The energy values of artificial and natural fertiliser, seeds and

pesticide were taken from literature (LESKOŠEK 1993, McDONALD et al. 1995, RADINJA 1996). All calculations and tables were made using EXCEL 5.0 and Microsoft Windows.

The artificial energy inputs for maintaining fields during the sample year came to 12,641 kWh/ha, for meadows, 6,684 kWh/ha, pastures 4,507 kWh/ha and cultivating and protecting work for maintaining economic forests from 56 kWh/ha with intensive husbandry of low-lying fir-beech and low-lying pine and 4 kWh/ha in termofilic forests.

The space where the matrix of farm use is, requires a significantly higher energy investment than that of forests. At the same time, the size of artificial energy inputs can be one of the criteria for shaping the so called forested space. If we look at ecosystems from the point of view of energy investment needed for their maintainance, then we can separate intensive and extensive farmland. As forestry in the Statute on Forest Husbandry and Cultivation Plans (1998) states that the so-called forest space is the most extensively farmed area, it seems that estimating energy investment needed for maintaining the system is that criteria by which we can objectively judge which non-forested areas within forests are in fact in the forest space and which not.

VIRI

REFERENCES

- ANKO, B., 1985. Energijska bilanca celka.- Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 148 s.
- ANKO, B., 1997. Prispevek k teoriji krajinskoekološke tipizacije gozdnate krajine.- V: Zaključno poročilo o raziskovalni nalogi "Krajinskoekološka tipizacija gozdnate krajine in vloga gozda v revitalizaciji kulturne krajine", tipkopis, 57 s.
- FORMAN, R.T.T. / GODRON, M., 1986. Landscape Ecology.- New York, John Wiley & Sons, 619 s.
- FORMAN, R.T.T., 1995. Land Mosaics.- Cambridge, Cambridge University Press, 632 s.
- HOBBS, R., 1997. Future landscapes and the future of landscape ecology.- V: Landscape and Urban Planning 37, s. 1-9.
- JOHNSON, W.C. in dr. 1981. Modelling Seed Dispersal and Forest Island Dynamics.- V: Burgess in Sharpe (ur.) Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes. Springer-Verlag, New York, s. 215-239.
- LESKOŠEK, M., 1993. Gnojenje.- Ljubljana, ČZP Kmečki glas, 197 s.
- McDONALD, P. in dr. 1995. Animal Nutrition.- Longman Scientific & Technical Ltd. John Wiley & Sons, New York, 607 s.
- NAVEH, Z., 1994. Introduction to landscape ecology as a practical transdisciplinary science of landscape study, planning and management.- V: Atti del XXXI Corso Landscape Ecology, S. Vito di Cadore, s.1-9.

-
- NAVEH, Z., 1998a. Ecological and Cultural Landscape Restoration and the Cultural Evolution towards a Post-Industrial Symbiosis between Human Society and Nature.- V: Restoration ecology, Vol.6 No2, s. 135-143.
- NAVEH, Z., 1998b. Culture and Landscape Conservation: A Landscape-Ecological Perspective.- V: Ecology Today: An Anthology of Contemporary Ecological Research, s. 19-48.
- ODUM, E.P., 1989. Ecology and Our Endangered Life-Support Systems.- Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, 283 s.
- PIRNAT, J., 1998a. Energijski tokovi kot kriterij členitve kulturne krajine.- Doktorska disertacija, Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 215 s.
- PIRNAT, J., 1998b. Umetni energijski vnosi kot kriterij za tipizacijo gozdnate krajine na primeru Kočevske.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 55, Ljubljana, s. 201-224.
- RADINJA, D., 1996. Obremenjevanje pokrajinskega okolja v Sloveniji zaradi energijske intenzivnosti družbenega kmetijstva.- Geografski vestnik 68, Ljubljana, s. 103-121.
- ROBIČ, D., 1985. Ranljivost in stabilnost gozdnih ekosistemov.- V: Stabilnost gozda v Sloveniji. Ljubljana, Gozdarski študijski dnevi, BF, VTOZD za gozdarstvo, s. 202-209.
- SMIL, V., 1991. General Energetic: Energy in the Biosphere and Civilisation.- John Wiley & Sons, Toronto, 369 s.
- VOS, W / STORTELDER, A., 1992. Vanishing Tuscan Landscapes. Landscape Ecology of Submediterranean - Montane Area (Solano Basin, Tuscany).- Wageningen, Pudoc Scientific Publishers, 404 s.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih.- Ur.l. RS št. 5 /23.1.1998
 - Program razvoja gozdov, 1995. Republika Slovenija, MKGP, Ljubljana, 57 s.