

Uporaba fotointerpretacije aeroposnetkov in GIS tehnik pri kartiranju ter proučevanju gozdne vegetacije

The Use of Photointerpretation of Aero-Photographs and GIS Techniques in Mapping and Studying of Forest Vegetation

Lado KUTNAR *

Izvleček

Kutnar, L.: Uporaba fotointerpretacije aeroposnetkov in GIS tehnik pri kartiranju ter proučevanju gozdne vegetacije. *Gozdarski vestnik št. 10/1996*. V slovensčini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 28.

V preteklosti je bila vegetacija naših gozdov kartirana v različnih merilih. Za celotno gozdno površino Slovenije je bila izdelana le karta v merilu 1 : 100.000, kar pa za današnje potrebe ne zadošča. Razvoj tehnike je prinesel različne nove možnosti proučevanja in kartiranja vegetacije. Prispevek predstavlja različne načine obravnavanja vegetacije ob uporabi fotointerpretacije aeroposnetkov in GIS tehnik v kombinaciji s terenskimi popisi. Nekateri izmed teh postopkov so predstavljeni tudi na primeru vodozbirnega območja enega od pritokov potoka Mošenik pri Kočevski Reki. Na raziskovalnem objektu, ki je bil izbran za celostni monitoring vplivov onesnaženega zraka na ekosisteme v Sloveniji, smo pri izločanju sestojnih tipov, osnovnih vegetacijskih enot, pri razmejevanju ohranjenih sestojev od spremenjenih, proučevanju reliefnih in hidroloških razmer kombinirali terenske analize s fotointerpretacijo aeroposnetkov. Za objekt je bil izdelan tudi prostorski informacijski sistem, ki vsebuje različne podatkovne sloje.

Ključne besede: gozdna vegetacija, kartiranje vegetacije, fotointerpretacija aeroposnetkov, prostorski informacijski sistem.

Synopsis

Kutnar, L.: The Use of Photointerpretation of Aero-Photographs and GIS Techniques in Mapping and Studying of Forest Vegetation. *Gozdarski vestnik No. 10/1996*. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 28.

In the past the vegetation of Slovenian forests was mapped on different scales. For the entire Slovenian forest area only one map was elaborated on a scale of 1 : 100 000, which is insufficient for the present needs. With the development of techniques several new possibilities of vegetation studying and mapping have become possible. Various ways of dealing with vegetation by way of the photointerpretation of aero-photographs and GIS techniques in combination of terrain inventories are the issue of this article. Some of these procedures are shown on the example of a water accumulation area of one of the tributary streams of the Mošenik brook at Kočevska Reka. In the research object – selected for integral monitoring of the impacts of polluted air on ecosystems in Slovenia – terrain analyses were used in combination with photo-interpretation of aero-photographs in selecting stand types, the basic vegetation units, in the delimitation of preserved stands from the changed ones, in the studying of relief and hydrological conditions. A spatial information system, which includes various data levels, has been worked out for the object, too.

Key words: forest vegetation, vegetation mapping, photointerpretation of aero-photographs, geographic information system.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Začetki kartiranja gozdne vegetacije pri nas segajo že v prvo polovico tega stoletja, saj je Gabriel Tomažič leta 1932 izdelal

prvo fitocenološko karto Golovca po načelih standardne srednjeevropske metode (SMOLE 1985), kar je prvi poskus fitocenološkega kartiranja na Balkanu (ZORN 1974).

Doslej je pri nas kartiralo gozdno vegetacijo več različnih institucij. Po ocenah je okoli 70 % kart v merilu 1:10.000 izdelal Biro za gozdarsko načrtovanje, Biološki in-

* K. L., dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

štitut ZRC SAZU približno 20 %, delež drugih pa je ocenjen na 10 %.

Vendar pa v tem merilu ni bila kartirana celotna gozdna površina Slovenije, temveč le del. V celoti je slovenski gozdni prostor pokrit z Gozdnovegetacijsko karto Slovenije v merilu 1:100.000, ki jo je izdelal Büro za gozdarsko načrtovanje leta 1974 (ZORN 1975, SMOLE 1988).

Zaradi novih spoznanj, sprememb v klasifikaciji gozdnih združb, razvoja tehnike in potreb po podrobnejšem fitocenološkem kartiranju se kažejo potrebe po reviziji obstoječih kart in izdelavi kart v večjih merilih, ki bi dopolnjevale že obstoječe.

Z uporabo klasičnih tehnik kartiranja v kombinaciji s fotointerpretacijo aeroposnetkov in uporabo računalniške tehnike je možno zmanjšati porabo časa in denarja. Ob ustreznem razmerju med njimi pa je na ta način možno doseči celo boljše, objektivnejše rezultate.

2 UPORABA DALJINSKEGA ZAZNAVANJA PRI PROUČEVANJU GOZDNE VEGETACIJE

2 THE APPLICATION OF REMOTE SENSION IN FOREST VEGETATION STUDY

2.1 Splošno o problematiki

2.1 General remarks on the topic

Vegetacijo je možno kartirati tudi ob pomoči fotointerpretacije aeroposnetkov. Fotointerpretacija je namreč dejavnost, pri kateri se analizira aeroposnetke ali samo njihove dele, da bi identificirali objekte na njih, njihov značaj ali medsebojno povezanost.

Fotointerpretacija je v gozdarstvu zelo uporabna, ker je gozd na aeroposnetkih direktno viden. Vegetacijo lahko na ta način proučujemo z različnih vidikov. Metode daljinskega pridobivanja podatkov nam služijo za izdelavo različnih tematskih kart, za ugotavljanje dendrometrijskih kazalcev in lesnih zalog ter za oceno propadanja gozdov (HOČEVAR 1992).

Z aeroposnetki imamo veliko večji in objektivnejši pregled nad določenim terenom. Kombinacija aeroposnetkov in terenskih zapisov, ki so rezultat detajlnega proučevanja

terenskih razmer, nam lahko daje kvalitetne in objektivne karte.

Kartiranje vegetacije lahko opravimo na več različnih nivojih. Na aeroposnetkih manjših meril razmejujemo predvsem gozdna od negozdnih zemljišč. Pri tem lahko ugotavljamo stopnjo gozdnatosti in razčlenjenosti gozdnega roba.

Na aeroposnetkih večjih meril pa je možno razmejevati tudi posamezne tipe vegetacije. Pri tem oblikujemo enote glede na videz in zgradbo vegetacije. Najpogosteje izločamo le osnovne vegetacijske tipe (zeliščna, grmovna, drevesna vegetacija) ali pa upoštevamo razpoznavne sestojne parametre (razvojna faza, mešanost, sklep) in kartiramo posamezne sestojne tipe.

2.2 Kartiranje gozdnih združb ob fotointerpretaciji aeroposnetkov

2.2 Mapping of forest associations by photo-interpretation of aero-photographs

Pri kartiranju fitocenoloških enot ob fotointerpretaciji aeroposnetka lahko sežemo do nivoja gozdne združbe (asociacije), ki je sorazmerno jasno določena enota. V določenih primerih, ko gre za večje rastiščne gradiente, pa lahko kartiramo oz. izločimo celo posamezne subasociacije.

Pri tovrstnem kartiranju je potrebno detajlno poznati skupne ekološke dejavnike, ki prevladujejo na obravnavanem območju. Poleg tega pa moramo imeti na voljo kvaliteten material (aeroposnetki, satelitski posnetki), ki ga obdela sposoben in izkušen fotointerpretator (VUKELIĆ 1985).

Kartiranje gozdnih združb poteka v treh fazah: a) pripravljalna faza (kabinetna fotointerpretacija), b) faza terenskega dela in c) zaključna faza (sinteza) (VUKELIĆ 1985):

a) V pripravljalni fazi je potrebno temeljito proučiti splošne ekološke (hidrološke, pedološke, klimatske, ...) osnove in že znane podatke o vegetaciji področja, ki ga bomo kartirali.

Potem na stereomodelu (stereopar aeroposnetkov) določimo geomorfološke parametre (relief, ekspozicija in inklinacija, nadmorska višina), ki so pomembni za identifikacijo in razširjenost posameznih gozdnih združb.

Sledi fotointerpretacija slikovnih parametre

trov (ton preslikavanja krošnje, sestojna tekstura, sence,...), ki nas že lahko pripelje do gozdnih združb na določenem območju.

b) Da bi se prepričali o veljavnosti dobljenega rezultata, je potrebno v naslednji fazi opraviti terenske raziskave. Opraviti moramo rekognosciranje terena in pri tem preveriti veljavnost gozdnih združb, ugotovljenih v prvi fazi.

c) V zaključni fazi sintetiziramo podatke, pridobljene v kabinetu in na terenu. Korigiramo rezultate kartiranja iz prve faze in na osnovi tega izdelamo končno obliko fitoceno-loške karte.

2.3 Uporaba geografskega informacijskega sistema pri opredelitvi gozdnovegetacijskih enot

2.3 The use of geographical information system in the defining of forest-vegetation units

Pri kartiranju gozdno-vegetacijskih enot pa lahko uporabimo tudi računalniško podprt geografski informacijski sistem (GIS) (HOCEVAR 1992). To je sistem za vnašanje, hranjenje, obdelavo, analiziranje in prikazovanje prostorskih podatkov (CONGALTON, GREEN 1992).

Z dobro zasnovanim GIS-om lahko dobimo določene rastiščne enote že s samim prekrivanjem (metoda presekov) izbranih podatkovnih slojev. Torej moramo najprej zbrati in ovrednotiti podatke o rastiščnih dejavnikih (geologija, relief, hidrologija, pedologija, klima, ..) ter izdelati sloje. Načini za pridobivanje podatkov so različni. Podatke lahko pridobimo s terenskimi snemanji ali pa uporabimo že obstoječe zapise (karte, rezultati meritev, ...).

V naslednji fazi je potrebno podatke pretvoriti v ustrezen digitalni (računalniški) zapis. Posamezni zapisi predstavljajo podatkovne sloje, ki jih prekrivamo, in s tem dobimo rastiščne enote.

Na koncu posamezne enote tudi preverimo na terenu. Čim kvalitetnejši je GIS (veliko najrazličnejših, zanesljivih podatkov), tem bolj se posamezne enote približujejo dejanskim razmeram na terenu.

Aeroposnetkov in satelitskih posnetkov pa ne uporabljamo samo za enkratno ugotavljanje stanja gozda, temveč tudi za proučevanje trendov. Za ugotavljanje površin-

ske razširjenosti, strukture in poškodovanosti gozdov lahko uporabljamo že posnetke iz dveh zaporednih cikličnih aerosne-manj. Pri tem lahko primerjamo različne parametre in na osnovi več časovnih primerjav ugotavljamo trende spreminjanja. Z uporabo tehnik GIS je sorazmerno enostavno primerjati časovno spreminjanje prostorskih parametrov, saj to dosežemo že s samim prekrivanjem tematskih slojev.

2.4 Uporaba simulacije pri proučevanju vegetacije

2.4 The use of simulation in vegetation study

Tehnike GIS pa nam omogočajo tudi pravo nekaterih modelov za proučevanje gozdne vegetacije. Tako lahko simuliramo razvoj možne vegetacije pod določenimi pogoji (BRZEZIECKI, KIENAST, WILDI 1993, KIENAST, BRZEZIECKI, WILDI 1994). Z modelom je npr. možno napovedovati stanje vegetacije v prihodnosti ob trajnem globalnem spreminjanju klime.

Za ugotavljanje razvoja vegetacije je potrebno najprej izdelati ekološko-vegetacijski model, ki z določeno verjetnostjo napoveduje rast določenega tipa vegetacije glede na dane rastiščne pogoje. Rezultat je digitalna vegetacijska karta.

Postopek izdelave simulirane karte poteka v štirih korakih (KIENAST, BRZEZIECKI, WILDI 1994):

a) V prvi fazi je potrebno iz razpoložljivih podatkov za rastiščne dejavnike izdelati kvaliteten GIS za določeno področje. GIS naj vsebuje čimvečje število rastiščnih dejavnikov, ki so odločilni za razvoj gozdnih združb.

b) Sledi izdelava matematičnega modela, ki vključuje vse razpoložljive podatke. Slučajnostni model povezuje v matematičnem razmerju ohranjeno, nespremenjeno gozdno vegetacijo in rastišče. Model predstavlja matrika, v kateri kot neodvisne spremenljivke nastopajo rastiščni dejavniki, kot odvisna spremenljivka pa tip vegetacije. Za posamezen tip vegetacije je s tem določena možna ekološka niša.

Model določa npr. pri kakšnem nagibu, nadmorski višini, pH itd. je možno pričakovati določeno gozdno združbo. Ob istih ra-

stišnih pogojih pa se lahko z različno verjetnostjo pojavlja več različnih tipov vegetacije.

c) V naslednji fazi je potrebno izdelati model preverjati na terenu. V ta namen izberemo ustrezen vzorec testnih območij in na njih primerjamo modelno stanje s stanjem vegetacije, ki smo jo določili na terenu. Sledijo korekcije modela.

d) Korigiran model lahko uporabimo za izdelavo simulirane karte vegetacije za širše območje.

S simulacijo lahko ugotovljamo tudi stopnjo ohranjenosti oz. spremenjenosti gozdne vegetacije. Primerjamo lahko namreč aktualno, v določenem času in prostoru rastočo vegetacijo, s simulirano, možno vegetacijo. Ta primerjava nam da odgovor na vprašanje, koliko današnja vegetacija odstopa od nekega naravnega stanja, ki je izključno rezultat edafskih in klimatskih dejavnikov.

3 PRIMER UPORABE GOZDARSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA PRI OBRAVNAVI VEGETACIJE

3 AN EXAMPLE OF THE USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM IN VEGETATION STUDY

3.1 Prostorski informacijski sistem za območje Mošenik – Kočevska Reka

3.1 Spatial information system for the Mošenik – Kočevska Reka region

Primer uporabe fotointerpretacije aerosnetkov predstavlja raziskovalni objekt – vodozbirno območje enega od pritokov potoka Mošenik pri Kočevski Reki, ki meri okoli 55 ha (slika 1).

Za objekt, ki je bil izbran za celostni monitoring vplivov onesnaženega zraka na ekosisteme v Sloveniji, je bil izdelan prostorski (geografski) informacijski sistem (PIS oz. GIS). PIS sestavljajo naslednji informacijski sloji v digitalni obliki: meja vodozbirnega območja, mreža raziskovalnih ploskev, gozdnogospodarska ureditev (enote, oddelki), lastniška struktura, sestojna karta, karta fitocenoloških enot, prikaz stelnih stadijev, hidrološka mreža, karta geoloških in pedoloških enot, digitalni model



Slika 1: Raziskovalni objekt – vodozbirno območje pritoka potoka Mošenik.

Figure 1: Research area – a water accumulation region of tributary stream of the Mošenik area.

reliefa, ortofotografija in topografska karta (slika 2).

Sloje smo pripravili v ustrezni obliki s programskim paketom ARC/INFO tako, da smo vsakemu dodali ustrezne atributivne znake (informacije o enotah, ki sestavljajo informacijske sloje, npr. oznaka vegetacijske enote – ime asociacije latinsko, slovensko, subasociacija, značilne rastlinske vrste,...).

Za vizualizacijo zgrajenega prostorskega informacijskega sistema se uporablja programski paket ARCVIEW, ki nam omogoča prikazovanje, prekrivanje informacijskih slojev ter selektivni prikaz prostorskih podatkov glede na postavljene pogoje v atributivni bazi.

3.2 Vegetacijska podoba vodozbirnega območja pritoka potoka Mošenik

3.2 Vegetation image of a water accumulating region of the Mošenik brook's tributary stream

Pri proučevanju vegetacije in izgradnji informacijskih slojev PIS smo si v veliki meri pomagali tudi s fotointerpretacijo aeroposnetkov nazivnega merila 1 : 17500. Aeroposnetki so nam služili kot pripomoček za izločanje sestojnih tipov, osnovnih vegetacijskih enot, za razmejevanje ohranjenih sestojev od spremenjenih (npr. zasmrčeni sestoji, steljniki z značilno strukturo), za proučevanje reliefnih in hidroloških razmer. Aeroposnetek pa predstavlja v razpačeni obliki (ortofotografija) tudi samostojen informacijski sloj PIS.

Na proučevanem objektu smo ugotovljali možno in sedanjo vegetacijo. Kot osnova pa so nam služili rezultati meritev in opisov, ki smo jih izvedli na raziskovalnih ploskvah mreže 100x100 metrov. Poleg dendrometrijskih meritev smo izdelali tudi fitocenološke

ke popise po standardni srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet), pri čemer smo poleg splošnih sestojnih razmer določili vrstno sestavo grmovnega, zeliščnega in mahovnega (brez mahov na skalah, deblih, korenličnikih in lesnih ostankih) sloja s pripadajočo kombinirano oceno številčnosti in pokrovnosti. Na vsaki točki mreže je bila popisana površina v obliki kroga (ca. 400 m²).

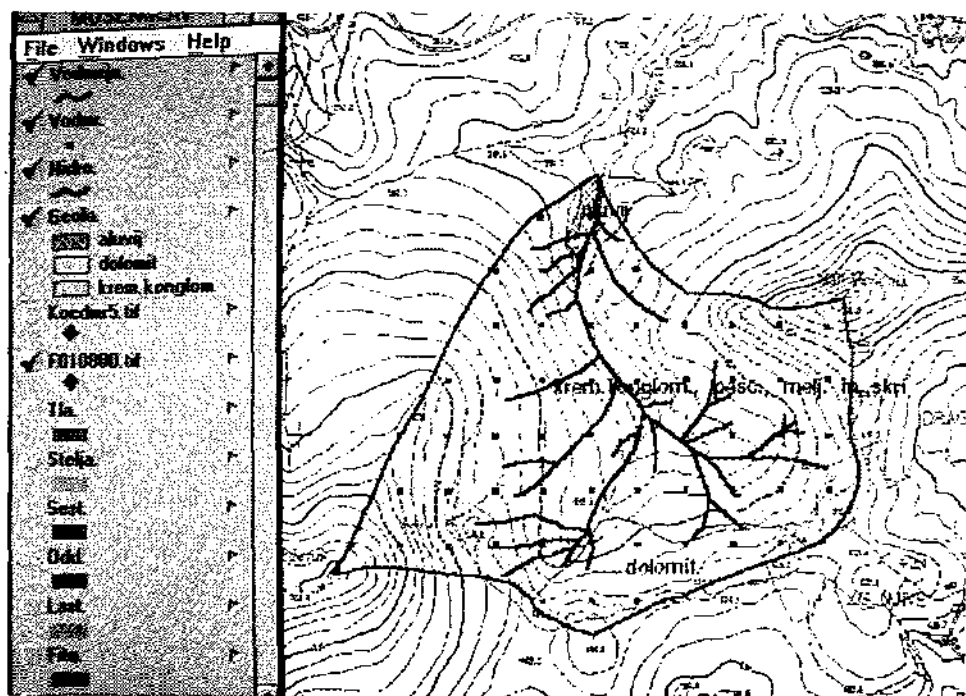
Za določitev gozdnovegetacijskih enot smo uporabili kombinacijo fotointerpretacije aeroposnetkov in razmejitev enot na terenu (slika 3). V primeru kartiranja fitocenoloških enot se seveda ne moremo zadovoljiti samo z aeroposnetki, kjer ne vidimo pritalne vegetacije, ki je odločilna za fitocenološko določanje.

Na večjem delu kompleksa so rastiščne razmere pogojevale razvoj t.i. acidofilnega bukovega gozda z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum* HORVAT 1950).

Na območju nekarbonatnih kamnin (permški kremenovi konglomerati, peščenjaki,

Slika 2: Prikaz prostorskih informacij na ekranu.

Figure 2: A presentation of space informations on display



meljevci in skrilavci) so značilne razgibane reliefne oblike (strma do položna pobočja, prerezana z globokimi jarki, ki ponekod prehajajo v manjše izravnane dele). Razgiban relief, pestre talne razmere in večja ali manjša prisotnost vode v tleh predstavljajo podlago za razvoj bukovega gozda z rebrenjačo v različnih smereh.

Na proučevanem objektu je najpogosteje navzoča osnovna oblika bukovega gozda z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum typicum*) (slika 4), ki je razvita predvsem na blažje nagnjenih pobočjih, jarkih in ravninah, pogosteje na nekoliko hladnejših legah.

Obliko z belkasto bekico (*Blechno-Fagetum luzuletosum*) zasledimo na strmejših pobočjih ter izrazitejših grebenih, pretežno na sušnejših legah (slika 5). Subasociacija ima v okviru združbe najlabilnejši rastiščni kompleks.

Še bolj ekstremne razmere kot v omejenem primeru so privedle do izoblikovanja združbe gradna s trstikasto stožko (*Molinio-Quercetum petraeae* ŠUGAR 1972), katere fragment prikazuje slika 6. To vegetacijsko enoto je mogoče zaradi tipičnega vzorca ločiti tudi na aeroposnetku.

Po mnenju ŠUGAR-ja (1973) naj bi združba predstavljala trajni degradacijski stadij prvotnih acidofilnih bukovih gozdov. V našem primeru gre za zelo neugodne rastiščne razmere. Strm greben tvorijo predvsem permski kremenovi konglomerati, ki se pojavljajo na površju v obliki skal do balvanov večjih dimenzij. Poleg neugodnih naravnih danosti je tudi človek dodatno prispeval k intenzivnim degradacijskim procesom.

Že po naravi vrzelasti sestoji so omogočili bujen razvoj pritalnega rastišča (trstikasta stožka, orlova praprot, rušnata masnica), ki je nekdanj predstavljal dobro možnost za pridobivanje nastilja. Dodaten zaviralni moment so bili tudi požari, ki so kar nekajkrat v preteklosti zajeli območje Mošenikov.

Poleg teh zaviralnih procesov je svoje prispevala tudi divjad, ki prizemjuje na prisojnih pobočjih Mošenikov.

Na karbonatni matični podlagi, ki zajema manjši del raziskovalnega objekta, je razvit gozd bukve s tevjem (*Hacquetio-Fagetum* KOŠIR 1961) (slika 7).

Razmejitev te fitocenološke enote od acidofilnega bukovega gozda iz aeroposnet-

kov je v tem primeru praktično nemogoča, zato smo poleg fitocenoloških popisov in določitev enot na terenu uporabili tudi podatke o talnih razmerah.

Ta del je namreč izrazito prehodni. Tu se namreč meša karbonatna in nekarbonatna podlaga, kar se kaže v prisotnosti mnogih acidofilnih in bazofilnih zelišč.

To je tipičen primer postopnega prehajanja enega tipa vegetacije v drugi tip. V takih primerih lahko razmejimo vegetacijske enote le na osnovi rekognosciranja terena in temeljitih fitocenoloških popisov.

Za gozd na prevladujoči karbonatni podlagi je značilna veliko večja vrstna pestrost pritalne vegetacije, kot je to v primeru acidofilnega bukovega gozda z rebrenjačo, medtem ko v drevesnem sloju ni značilnih razlik. Torej teh razlik, ki so odločilne za izločitev in razmejitev vegetacijskih enot, ne moremo zaznati na aeroposnetkih, temveč si moramo pomagati z izsledki s samega terena.

Na popisnih ploskvah na območju bukovega gozda na karbonatni podlagi se v popisanih vegetacijskih slojih praviloma pojavlja prek 50 vrst, v ohranjenem acidofilnem bukovem gozdu pa po navadi pod 20 vrst. Tudi pokrovnost vrst v pritalnem sloju je mnogo manjša pri slednjem.

Povzetek

Kartiranje vegetacije je v preteklosti temeljilo predvsem na izsledkih terenskih analiz. Razvoj računalniške tehnike, tehnike aerosnemanj in novih spoznanj je privedlo do sodobnejših načinov proučevanja vegetacije. Z uporabo izsledkov daljinskega zaznavanja, računalniških in drugih tehnik se poraba časa in stroški vegetacijskega kartiranja zmanjšajo v primerjavi s klasičnim fitocenološkim kartiranjem.

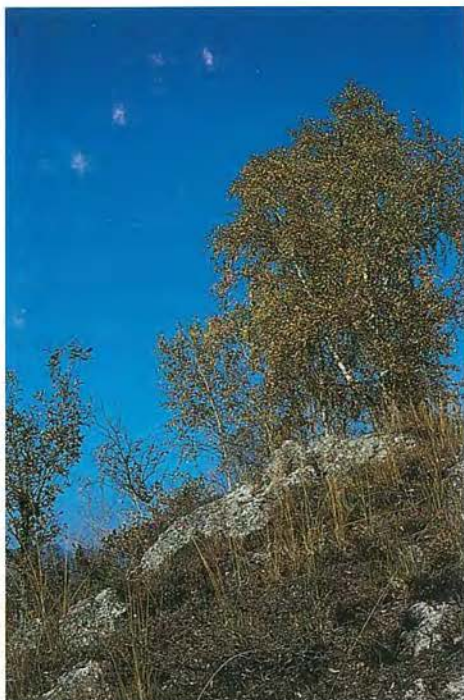
Prvi pogoj za tovrstno kartiranje so kvalitetni aeroposnetki oz. satelitski posnetki določenega merila, ki jih obdela izkušen fotointerpretator. V nekaterih primerih lahko na ta način osnovne vegetacijske enote izločimo že na aeroposnetkih. Za ustrezno določitev enot pa je potrebno vegetacijo proučiti tudi na terenu, saj le na ta način lahko ugotovimo, kaj predstavlja določeni homogen vzorec na posnetku. Kvalitetno vegetacijsko kartiranje dosežemo le z optimalnim kombiniranjem terenskega dela in uporabe aeroposnetkov ter spremljajočih računalniških tehnik.

Za celovito spremljanje prostorske problematike uporabljamo t.i. geografske (prostorske) informacijske sisteme (GIS oz. PIS), ki jih tvorijo različ-



Slika 3: Fitocenološka karta (zgoraj)
Figure 3: Vegetation map (above)

Slika 6: Gozd gradna s trstikasto stožko (Molinio-Quercetum petraea) (desno/right).



Slika 7: Gozd bukve s tevjem (Hacquetio-Fagetum)

Slika 4: Bukov gozd z rebrenjačo (Blechno-Fagetum typicum) (spodaj/below).





Slika 5: Bukov gozd z rebrenjačo – oblika z belkasto bekico (*Blechno-Fagetum luzuletosum*) (spodaj desno/below right).

ni podatkovni sloji. Tehnike GIS nam omogočajo s prekrivanjem različnih slojev izločanje enot s specifičnimi ekološkimi pogoji, ki se odražajo tudi v pojavljanju več ali manj enotnega tipa vegetacije.

GIS služi tudi kot podlaga za izdelavo modelov, ki napovedujejo razvoj vegetacije ob spreminjanju ekoloških pogojev v prihodnosti ali modelov, ki z določeno verjetnostjo napovedujejo prisotnost določenega tipa vegetacije ob danih rastiščnih razmerah.

Gozdarski inštitut Slovenije je izdelal prostorski informacijski sistem za raziskovalni objekt – vodobirno območje pritoka potoka Mošenik pri Kočevski Reki. Objekt, ki je namenjen celostnemu monitoringu vplivov onesaženega zraka, je bil proučen z različnih vidikov. Pri zasnovi PIS so bili uporabljeni podatki terenskega snemanja in fotointerpretacije aeroposnetkov v merilu 1 : 17500. Razpačen aeroposnetek je bil izdelan s programskim paketom PCI. Večino informacijskih slojev je bilo potrebno iz ustreznega kartnega gradiva digitalizirati. To smo naredili s programom ROOTSPRO, Informacijski sloji so bili pripravljeni v ustrezni obliki s programskim paketom ARC/INFO, v katerem smo jim dodali tudi ustrezne atributivne baze. Za vizualizacijo zgrajenega prostorskega informacijskega sistema se uporablja programski paket ARCVIEW. Ta nam omogoča prikazovanje, prekrivanje informacijskih slojev ter selektivni prikaz prostorskih podatkov glede na postavljene pogoje v atributivni bazi.

THE USE OF PHOTOINTERPRETATION OF AERO-PHOTOGRAPHS AND GIS TECHNIQUES IN MAPPING AND STUDYING OF FOREST VEGETATION

Summary

In the past vegetation mapping was primarily based on the findings of terrain analyses. The development of computer techniques, the technique of aero-photography and know-how have led to modern ways of vegetation study. The use of the results of remote perception, computer and other techniques diminishes time consumption and the costs of vegetation mapping in comparison with classical phytocoenologic mapping.

A precondition for such mapping is aero-photographs or satellite photographs on a certain scale and of high quality, which have to be treated by an expert in photo-interpretation with a lot of experience. In this way basic vegetation units can sometimes be picked out already in aero photographs. Yet a precise definition of units requires the study of vegetation in terrain because only in this way it can be established what a certain homogenous sample in a photograph represents. Vegetation mapping of high quality can only be achieved by optimal combination of the terrain part and the use of aero-photographs and accompanying computer techniques.

In integral monitoring of spatial topics the so

called geographical (spatial) information systems (GIS and PIS) are used, which consist of different data layers. The GIS techniques enable by way of superimposing of various layers the exclusion of the units with specific ecological conditions, which are reflected in the occurrence of a more or less uniform vegetation type.

GIS also serves as a basis for the elaboration of models which predict the development of vegetation in changing ecological conditions in the future or models which – with certain probability – predict the presence of a certain vegetation type in given site conditions.

The Forestry Institute of Slovenia has worked out a spatial information system for a research object – the water accumulating area of a tributary stream of the Mošenik brook at Kočevska Reka. The object, which is intended for integral monitoring of the influences of polluted air, has been studied from various aspects. In conceptualizing PIS the data of terrain studies and the photo-interpretation of aero-photographs on a scale of 1 : 17500 were used. A flattened aero-photograph has been made with the PCI program package. Most of information layers had to be digitized from corresponding maps. The latter was performed with the ROOTSPRO program. Information layers were prepared in a corresponding form by means of the ARC/INFO program package, to which the necessary attributive bases were supplemented. The ARCVIEW program package is used for the visualization of the spatial information system built. The former is used for the presentation, superimposing of information layers and selective presentation of spatial data as to the conditions set in an attributive base.

LITERATURA

1. * 1992: ARC/INFO: GIS Today and Tomorrow. ESRI white paper series, New York, 49 s.
2. BRZEZIECKI, B., KIENAST, F., WILDI, O. 1993: A simulated map of the potential natural forest vegetation of Switzerland. IAVS, Journal of Vegetation Science 4 (4), s. 493 – 508
3. CONGALTON, G.R., GREEN, K. 1992: The ABCs of GIS. An Introduction to geographic information system. Journal of Forestry 90 (11), s. 13 – 20
4. GREEN, K. 1992: Spatial Imagery and GIS. Integrated data for natural resource management. Journal of Forestry 90 (11), s. 32 – 36
5. HANSTEIN, U. 1992: Vollflächige Waldbiotopkartierung als Teil der Forsteinrichtung. Forst und Holz 17, s. 531 – 533
6. HOČEVAR, M. 1988: Ciklično aerosnemanje Slovenije v obdobju 1985 – 1987 in njegova uporaba v gozdarstvu. Gozdarski vestnik 5, Ljubljana, s. 205 – 213
7. HOČEVAR, M. 1990: Poškodovanost in rast smrekovega gorskega gozda na Poključsko-Jelovski planoti. Zbornik gozdarstva in lesarstva 36, Ljubljana, s. 27 – 68
8. HOČEVAR, M. 1992: Daljinsko pridobivanje podatkov v gozdarstvu. BF Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 173 s.
9. HOČEVAR, M., HLADNIK, D. 1988: Integralna fototerestrična inventura kot osnova za smotno odločanje in gospodarjenje z gozdom. Zbornik gozdarstva in lesarstva 31, Ljubljana, s. 93 – 120
10. HOČEVAR, M., HLADNIK, D., KOVAČ, M. 1992: Zasnova prostorskega informacijskega sistema (PIS/GIS) kot podlage za večnamensko gospodarjenje z gozdom in gozdnato krajino. Oddelek za geografijo FF Dela: Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 9, Ljubljana, s. 153 – 167
11. HOČEVAR, M., HLADNIK, D., KOVAČ, M. 1994: Analiza naravnih danosti in ocena razvojnih potencialov kočevske krajine. Zaključno poročilo raziskovalnega projekta, RS Ministrstvo za znanost in tehnologijo, Ljubljana
12. HOČEVAR, M., HLADNIK, D., KOVAČ, M. 1994: Digitalne ortofoto karte za kartiranje gozdnih sestojev. GIS in BF Oddelek za gozd., Zbornik gozdarstva in lesarstva 44, Ljubljana, s. 149 – 177
13. KIENAST, F., BRZEZIECKI, B., WILDI, O. 1994: Computergestützte Simulation der räumlichen Verbreitung naturnaher Waldgesellschaften in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 145 (4), s. 293 – 309
14. LACHOWSKI, H., MAUS, P., PLATT, B. 1992: Integrating Remote Sensing with GIS. Procedures and examples from the Forest Service, Journal of Forestry 90 (12), s. 16 – 21
15. MACLEAN, L.A., REED, D.D., MRPZ, G.D., LYON, G.W., EDISON, T. 1992: Using GIS to Estimate Forest Resource Changes. A Case study in northern Michigan, Journal of Forestry 90 (12), s. 22 – 25
16. MARINČEK, L., 1970: Bukov gozd z rebrenjačo (Blechno-Fagetum). BF in IGLG Zbornik 8, Ljubljana, s. 93 – 130
17. MARINČEK, L., 1973: Razvojne smeri bukovega gozda z rebrenjačo (Blechno-Fagetum). BF in IGLG, Zbornik gozdarstva in lesarstva, vol. 11, št. 1, Ljubljana, s. 77 – 106
18. MARINČEK, L., 1987: Bukovi gozdovi na Slovenskem. Delavska enotnost, Ljubljana, 153 s.
19. PUNCER, I., ZUPANČIČ, M., 1971: Vegetacijska in rastiščna analiza območja podjella "Snežnik". Inštitut za biologijo SAZU, Ljubljana, 52 s. + pril.
20. SMOLE, I., 1969: Gozdne združbe in rastiščnogojitveni tipi v G.g.e. Litija. Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana, 180 s.
21. SMOLE, I., 1985: Navodila za kartiranje gozdne vegetacije po srednjeevropski fitocenološki šoli. IGLG, Ljubljana, 18 s., tipkopis
22. SMOLE, I., 1988: Katalog gozdnih združb. IGLG, Ljubljana, 154 s.
23. ŠUGAR, I., 1973: Dvije nove zajednice u Samoborskem gorju. Acta Bot. Croat. 32, Zagreb, s. 197 – 202
24. VOLK, H. 1988: Die Waldbiotopkartierung. Ein Ansatz zur Erfassung des Naturschutzwertes der Wälder, AFZ 4, s. 55 – 62
25. VUKELIĆ, J. 1985: O primjeni fotointerpretacije pri kartiranju šumske vegetacije. Šumarski list 59, Zagreb, s. 235 – 241
26. ZHU, Z., EVANS, L.D. 1992: Mapping Midsouth Forest Distributions. AVHRR satellite data and GIS help RPA mandate. Journal of Forestry 90 (12), s. 27 – 30
27. ZORN, M., 1974: Proučevanje vegetacije in gozdnovegetacijska karta Slovenije. Gozdarski vestnik 32, št. 6, Ljubljana, s. 238 – 244
28. ZORN, M., 1975: Gozdnovegetacijska karta Slovenije (Opis gozdnih združb). Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana, 150 s.