

novne topografske karte so na voljo v digitalni obliki. Za avtomatsko procesiranje je pomembno, da je registracija geodetskih meritev in digitalne fotogrametrije avtomatizirana z magnetnimi mediji.

Pomembno vlogo igrajo tudi CAD ali interaktivni grafični sistemi, ki omogočajo grafično prikazovanje, editiranje, korekcije in ažuriranje digitalnih topografskih kart. Celotna izdelava topografskih kart poteka avtomatizirano.

V konsolidacijskih projektih je pomembno imeti dejanske podatke o legalnem statusu, velikostih, lokaciji, uporabi, pogojih in vrednosti vsake parcele. Za te naloge vzpostavi in vzdržuje kataster poseben informacijski sistem za vsak konsolidacijski projekt. Ta informacijski sistem je dejansko v celoti avtomatiziran in digitaliziran.

Radoš ŠUMRADA*

DIGITALIZACIJA GEODETSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA NA NIZOZEMSKEM

Informacijski sistem se imenuje LKI (Landmeetkundig en Kartografisch Informatiesysteem), kar se v prevodu glasi Geodetsko-kartografski informacijski sistem. Označevali ga bomo s kratico GKI.

GKI obsega registracijo ter dajanje podatkov in informacij za vsa geodetska in kartografska opravila ter naloge v državi. Organizacijsko in tematsko lahko razdelimo celotno geodetsko službo v deželi na:

- administrativni del (registre),
- geodetsko izmero,
- kartografsko reprodukcijo.

GKI povezuje podatke in informacije vseh treh vej geodetske službe v enoten informacijski sistem. Celotna geodetska dejavnost na Nizozemskem je pod okriljem Ministrstva za gradnje, okolje in planiranje (Ministerie van Volkshuisvestring, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer).

GKI je tradicionalen analogen geodetski informacijski sistem z vsemi znanimi komponentami. V začetku sedemdesetih let je nastala potreba po avtomatizaciji in digitalizaciji sistema. V preteklem desetletju so bili izvedeni številni poizkusi, projekti, študije in raziskave o uvajanju avtomatske digitalne tehnologije v GKI. Leto 1983 pomeni formalno startno leto za proces digitalizacije GKI na Nizozemskem. Do danes (1987) je bil informacijski sistem avtomatiziran z digitalno tehnologijo 10 do 15-odstotno.

Celoten proces avtomatizacije GKI lahko razdelimo na pet komponent, in sicer na cilje, omejitve, systemske komponente (software, hardware), specifikacijo podatkov (klasifikacija, struktura) in organizacijo (osebje, izobraževanje, finance). Ves proces avtomatizacije GKI bomo poizkusili prikazati s ponazoritvijo in opisom najpomembnejših značilnosti nekaterih njenih komponent, njihovo preobrazbo in spremembami v procesu

* 61000 Ljubljana, YU, FAGG;
dipl.ing.geod.
Prispelo za objavo: 1987-03-04.

avtomatizacije GKI ter izkušnjami, težavami in napakami, ki pri takšnem procesu nastajajo.

Smoter GKI je optimalna realizacija osnovnih nalog takšnega sistema. Razdelimo jih lahko na: avtomatizacijo in poenotenje izdelave in ažuriranja kart, neodvisnost izdelkov, koordinacijo, izboljšavo znanja in kontrolo kvalitete. Na podlagi večinoma slabih izkušenj z razvojem celostnih informacijskih sistemov, ki so zasnovani na hitri digitalizaciji in avtomatizaciji celotnega globalnega informacijskega sistema v čim krajšem času, so se odločili za drugačno strategijo razvoja.

Ne zanima jih digitalizacija celotne Nizozemske v nekaj letih. Odločili so se za zamisel o postopnem vgrajevanju digitalne tehnologije v obstoječi analogni GKI. Ideja pomeni sprotno vključevanje novih avtomatskih komponent informacijskega sistema v običajni delovni proces ob vsakem osnovnem ažuriranju in novih izmerah.

Takšna avtomatizacija GKI je bistveno drugačna od digitalizacije celotne države, ki bi se začela na primer na severu in končala na jugu, dokler ne bi bila digitalizirana in shranjena v računalnik celotna država. Izognili so se torej takšni grandiozni informacijski "revoluciji" in digitalizirajo GKI z ažuriranjem ali tekočim uvajanjem modifikacij in novih tehnologij v vsakdanji delovni proces. Razlogi za takšno odločitev so številni in izhajajo iz praktičnih izkušenj.

Avtomatizacija GKI na opisani način je predvsem stroškovno cenejša, ker je samo postopna avtomatizacija vsakdanjega delovnega procesa. Organizacijsko ne pomeni "revolucije", ki jo osebje ponavadi ne gleda s simpatijo. Ne pomeni hitrega preloma s staro tehnologijo, ki mu osebje težko sledi in omogoča postopno šolanje, privajanje in izobraževanje kadrov na digitalno tehnologijo. Ljudje oziroma strokovno usposobljeno osebje so namreč najdragocenejša sestavina vsakega informacijskega sistema. Še tako moderen, velik in drag računalniški sistem je obsojen na propad brez dobrega in kvalificiranega osebja.

Postopna avtomatizacija GKI omogoča tudi sprotno in tekoče ažuriranje podatkovne baze v procesu digitalizacije. Prostorski podatki imajo namreč precejšnjo frekvenco mutacij. Mnogi globalni projekti avtomatizacije informacijskih sistemov imajo to hibo, da so med njihovim snovanjem in gradnjo pozabili na sprotno ažuriranje podatkov. Proces avtomatizacije informacijskega sistema je zamuden in traja najmanj pet let. Ob letni 10- do 20-odstotni frekvenci sprememb v nizozemskem registru zemljišč bi to teoretično lahko pomenilo, da bi približno polovica digitaliziranih podatkov v bazi po petih letih ne odsevala več dejanskega stanja.

Pri odločitvi za postopno strategijo avtomatizacije so pomembni tudi tehnološki razlogi. Računalniška tehnologija ima strahovit tempo razvoja. V Zahodni Evropi velja načelo, da je računalnik po petih letih dejansko zastarel. Pri snovanju celostne digitalizacije informacijskega sistema je potrebna vnaprejšnja odločitev za nakup celotnega hardwera in softwara. Gradnja takšnega sistema je torej že vnaprej obsojena na to, da bo tehnološko zastarela še prej, kot bo v celoti operativna.

Kot prvi cilj smo omenili poenotenje osnovnih kart v velikem merilu. Odločili so se, da bo osnova za vse karte v velikih merilih (1:500, 1:1.000 in 1:2.000 za agrarna območja) tako imenovana GBKN ali osnovna topografska karta v velikem merilu. Osnovna topografska karta pomeni podlago za vse uporabnike in temelji na gridni mreži in državnem koordinatnem sistemu. Osnovno topografsko karto lahko izdelujejo v vseh merilih tja do srednjih meril 1:10.000. Osnovna topografska karta je dvodimenzionalna in je sestavljena na principu prekrivanja več tematskih plasti. Uporaba tehnike večplastnosti ni nova v reprodukcijski kartografiji. Relief pomeni samo posebno tematiko, ki se uporabi po potrebi.

Tradicionalno so starejši katastrski načrti izdelani v merilih 1:1 250 in 1:2.500. Poenotenje osnovnih kart pomeni po eni strani poenotenje meril, po drugi strani pa je osnovna karta nekakšna "siva" podlaga, na ka-

tero se s tehniko prekrivanja navezujejo vsi ostali uporabniki kart v velikih merilih. Katastrski načrti, podatki o zgradbah, katastri komunalnih naprav in infrastrukturnih objektov pomenijo zgolj tematiko na oleatah, ki se navezuje na enotno osnovno karto s svojimi podatki na posebnih tematskih plasteh za prekrivanje.

Posebnost pomeni nizozemski sistem za konsolidacijo zemljišč, ki izhaja iz posebnosti in tradicije njihove tehnike izsuševanja in razsoljevanja močvirij in morskega dna. Prvi projekti polderjev so bili izvedeni že pred šestdesetimi leti. Danes izvajajo konsolidacije in ponovno razdeljevanje kmetijskih zemljišč. Že pred petnajstimi leti so začeli razvijati avtomatski sistem za konsolidacijo agrarnih površin, ki je danes digitaliziran in avtomatiziran v celoti. Na leto komasirajo okoli 35.000 do 40.000 hektarov agrarnih površin. Projekti konsolidacij zemljišč so naslednji veliki porabnik osnovne topografske karte. Vrednosti zemljišč, dostopnost, agrarna infrastruktura itd. so osnovne tematike konsolidacijskih projektov. Hkrati z realizacijo projektov se izvede tudi ponovna izmera, ki pomeni osnovo za digitalizirani kataster zemljišč. Celoten sistem konsolidacij agrarnih površin je dejansko eden izmed najboljših na svetu.

Drugi cilj je doseči neodvisnost od uporabe vseh shranjenih podatkov v GKI. Neodvisnost karte od podatkov se doseže s tehniko shranjevanja podatkov. Vsi elementi so shranjeni s pomočjo koordinat in atribuirani. Geografski elementi so kodirani in shranjeni v enaki obliki, kakor so v naravi. Vsi podatki so shranjeni neodvisno od aplikacije v podatkovni bazi. Isti podatki se uporabljajo za izdelavo kart v vseh merilih. S selekcijo elementov karte se lahko prikaže željena tematika. Izdelava osnovne topografske karte je v celoti avtomatizirana, všteti določeno stopnja generalizacije za manjša merila.

Tretji cilj je koordinacija ali standardizacija izdelkov, ki se je uresničila povsem spontano. Koordinacijo lahko razdelimo na aktivno in na pasivno. Aktivno koordinacijo pomeni skupno načrtovanje dela in izmere. Govorimo o izmeri za izdelavo kart v velikem merilu in katastra. Takšne podatke potrebujejo številne organizacije in privatne družbe. Pasivna koordinacija se je pojavila spontano. GKI deluje pod državnim okriljem in investira državni denar v raziskave in razvoj avtomatskega sistema. Gradnja GKI in njegov razvoj sta centralizirana za vso državo in pomenita močno in avtoritativno organizacijo. Uporabniki GKI sistema so omejene strokovne službe, občine in številne privatne komunalne, gradbene, geodetske ter infrastrukturne družbe.

Nizozemska ima liberalno gospodarstvo, ki se ravna po ekonomskih zakonitostih prostega trga. Tržne zakonitosti uravnavajo tudi geodetske in informacijske dejavnosti. Celotna javnost in skupnost uporabnikov je torej začutila potrebo po avtomatizaciji GKI iz praktičnih ekonomskih in organizacijskih razlogov. Vsi uporabniki so počakali, da so ustrezne geodetske službe, ki upravljajo GKI, izvedle raziskave, razvili software in ustrezno digitalno tehnologijo za avtomatizacijo GKI. Uporabniki sedaj sproti kupujejo vso novo tehnologijo in se tako izogibajo težavam s koordinacijo, kompatibilnostjo in standardizacijo prenosa podatkov.

Četrti cilj je izboljševanje baze znanja. To pomeni izobraževanje, šolanje, uvajanje novih tehnologij in stalne raziskave ter poizkusne projekte (pilot project) praktičnih aplikacij. Osebe, ki upravlja GKI, ima večjo bazo znanja kot privatne družbe.

Peti cilj je kontrola kvalitete sistema. Vsak podatkovni element sistema ima določen parameter kvalitete. Vsaka nova meritev takšnega elementa mora ustrezati predpisanim kvalitetnim zahtevam takšnega elementa. Trenutni problem pomeni nezadostna natančnost osnovne geodetske mreže. Z razvojem analitične fotogrametrije ter elektronske tahimetrije in njune uporabe za izmero detajla in katastra so se začela nesoglasja zaradi premajhne natančnosti osnovnih mrež. Kvalitetna kontrola je torej pomembna za oceno ekonomske vrednosti sistema.

Omejitve v procesu digitalizacije in avtomatizacije GKI so številne.

Najpomembnejši cilj GKI je integracija katastrskih in topografskih kart, tako da ju lahko položiš drugo na drugo brez nesoglasij. To ni lahka naloga. Večina katastrskih načrtov je starih in slabih. Tudi uporabniki, ki so uporabljali katastrske načrte kot podlago za svoje načrte, imajo evidence z slabo natančnostjo. V sedemdesetih letih so se zato začele razprave o izdelavi enotne osnovne topografske karte v velikem merilu za vso deželo. Izvajalec naloge je postal deželni Katastrski urad, ki poprej ni imel izkušenj z izdelavo topografskih kart.

Od leta 1975 gradi Katastrski urad topografsko podatkovno bazo, ki je bila do leta 1982 analogna, od tedaj pa digitalna. Izdelava osnovne karte je danes povsem avtomatizirana in vsi zbrani podatki se hranijo v ustreznih alfanumeričnih in grafičnih podatkovnih bazah ločeno. Izdelavo teh kart skupaj financirajo vsi zainteresirani uporabniki: Katastrski urad, občine in privatne družbe. Tržni interes je torej odločilen in nove karte se izdelujejo postopoma in samo za območja, za katera so takšne karte potrebne. Katastrski urad financira izdelavo nove karte s 50 %, vendar so te naložbe finančno učinkovite.

Katastrske in osnovne topografske karte so torej integrirane. Tekoče ažuriranje katastrskih načrtov je zato hkrati tudi ažuriranje osnovnih topografskih kart. Osnovne karte se sedaj izdelujejo v celoti digitalno. Problem pomeni povezava starih analognih katastrskih načrtov, ki so lahko stari tudi več kot sto let. Vključevanje starih katastrskih načrtov v digitalno topografsko podatkovno bazo poteka po delih, brez dodatnih meritev na terenu. Osnovna topografska karta v velikih merilih temelji na globalnem državnem koordinatnem sistemu, ki se na Nizozemskem uporablja od začetka tega stoletja. Katastrski načrti so večinoma narejeni v lokalnih koordinatnih sistemih in se izdelujejo že od leta 1832. Nekateri katastrski načrti so stari tudi po 150 let. Potrebna je torej transformacija v enotni koordinatni sistem.

Katastrski načrt položimo na ustrezno osnovno karto. Na načrtu se identificirajo tisti elementi in objekti, ki so pravilno registrirani. Oblike takšnih elementov katastrskih načrtov se digitalizirajo in pomenijo osnovo za digitalizacijo ostalih elementov katastrskega načrta. Prej kot se vstavijo vsi digitalizirani elementi katastrskega načrta v topografsko bazo podatkov, se preverijo vse površine "digitaliziranih" in "analognih" parcel. Pri odstopanjih, ki so večja od 5 %, se izvedejo dodatne meritve na terenu.

Takšna metoda je po oceni stroškov približno desetkrat cenejša kakor ponovna celotna izmera za kataster. Če se konverzija katastrskih načrtov izvede po zgoraj opisanem postopku, je vrednost del za celotno državo enaka približno 3.000.000.000,0 Hfl. (zahodnonemška marka 1 DM = 1,1 Hfl nizozemskega guldna). Pri ponovni celotni izmeri katastra se vrednost del za celotno državo ocenjuje na 30.000.000.000,0 Hfl ali desetkrat več. Leta 1930 začeto ponovno izmero celotnega nizozemskega katastra s katero je bilo obnovljenih 30 % vseh katastrskih načrtov, so zato ustavili. Vsa konverzija starih katastrskih načrtov se sedaj izvaja po opisanem grafičnem principu. Za grafični postopek so se odločili po temeljitih raziskavah in primerjavah kvalitete in stroškov.

Do danes (pomlad 1987) je na razpolago približno 10-15 % osnovne topografske karte v digitalni obliki (magnetni trak). Nove karte se izdelujejo samo za območja, na katerih se pokaže potreba po takšnih kartah. Nove karte se izdelujejo bodisi z uporabo digitalne fotogrametrije ali z uporabo elektronske tahimetrije, pač glede na lokalne izmere. Osnova politike torej ni obnova topografskih osnovnih kart in katastrskih načrtov s ponovno izmero, temveč obnova po potrebi in z uporabo omenjene grafične konverzije.

Pomembne omejitve pri avtomatizaciji GKI so ekonomske narave in se nanašajo na povečanje učinkovitosti sistema. Ni bila dovoljena gradnja stroškovno neučinkovitega sistema ali sistema, ki bi bil dražji od obstoječega analognega sistema. Geodetska dejavnost na Nizozemskem je podrejena enakim ekonomskim zakonitostim prostega trga kakor druge dejavnosti in se ne ravna po megleh načelih posebnega pomena. Njena uspešnost se meri po dolgoročnih ekonomskih učinkih takšne dejavnosti za družbo. Razmišljajo celo o reorganizaciji celotne geodetske službe, ki bi bila samo nekakšni upravni in poslovni organ, ki bi z licitacijami oddajal vsa dela privatnim družbam. Privatne geodetske družbe namreč opravijo ista dela enako kvalitetno kakor državne geodetske organizacije, bistveno hitreje in dva- do trikrat ceneje.

Celotni nizozemski katastrski operat sestoji iz dveh delov, in sicer iz:

- javnih registrov (administrativni in pravni del),
- katastrskih registrov (grafični in tehnični del).

Celotno katastrsko službo lahko torej razdelimo na registre, ki vsebujejo administrativne alfanumerične podatke in grafične podatke v obliki kart. Danes je mogoče spraviti obe vrsti podatkov skupaj v korporirano digitalno podatkovno bazo ali pa ju hraniti ločeno v alfanumerični in grafični podatkovni bazi. Na Nizozemskem je katastrski operat shranjen ločeno v dveh podatkovnih bazah. Razlog je v tem, da se je začela avtomatizacija katastra že leta 1973, ko še ni bila razvita tehnologija podatkovnih baz v današnjem obsegu.

Razvoj mrež in računalniškega sistema za avtomatizacijo in digitalizacijo alfanumeričnega dela katastra se je končal leta 1982 za vso državo. Vsa administrativna katastrska opravila za vso državo potekajo prek distribuirane mreže terminalov v posameznih katastrskih uradih po provincah.

Centralna alfanumerična podatkovna baza je instalirana na velikem računalniku IBM, ki tvori jedro distribuirane podatkovne baze. Celotni stroški gradnje alfanumerične podatkovne baze bodo znašali približno 100.000.000,0 Hfl in terjala bo približno dvajset let dela. Tretjina celotne vsote je bila porabljena za nabavo opreme in tehnologije, ostali dve tretjini sredstev pa bosta potrebni za konverzijo analognih alfanumeričnih podatkov v digitalno obliko. Celotna konverzija vseh alfanumeričnih podatkov bo predvidoma končana do leta 1993.

Alfanumerična podatkovna baza je končana za najmanjšo provinco Zeeland (poizkusni projekt), ki leži na jugozahodu Nizozemske. Velikost podatkovne baze je okoli 300 MB (mega-znakov). Celotna Nizozemska ima 12 provinc in zato lahko vrednost pomnožimo z 10, kar prinese 3 GB. To je zelo velika podatkovna baza za današnjo računalniško tehnologijo. V tako velikem sistemu predvsem pomenijo problem ažuriranje, varnost podatkov ter odzivni čas, in s tem njegova učinkovitost.

Gradnja grafične podatkovne baze se je začela leta 1982. Ker IBM ni imel razvite ustreznih grafičnih opreme, so se morali odločiti za nov računalniški sistem za grafično podatkovno bazo. Izbrali so mini računalnike VAX firme DEC. Razvijajo torej dva neodvisna računalniška sistema, enega za alfanumerično in enega za grafično podatkovno bazo. Poleg zgoraj omenjenega povoda za takšno odločitev sta pomembna še dva razloga. Po predvidevanjih bi vsebovala korporirana podatkovna baza vsaj še 10-krat toliko podatkov kot celotna alfanumerična podatkovna baza. To bi pomenilo že 30 GB veliko bazo podatkov, kar pa je dosti preveč za vzdrževanje. Drugi vzrok je v razliki uporabe katastrskih grafičnih in numeričnih podatkov, ki je v glavnem ločena.

Oba sistema sta povezana, tako da je mogoče prenašati podatke in delati z obema podatkovnima bazama. Ključ povezav je parcelna identifikacijska številka. Sistem parcelnih identifikatorjev je bil vpeljan na Nizozemskem že leta 1832. V računalniških aplikacijah pomeni enolična identifikacija števika parcele ključ za povezavo obeh sistemov. Za sedaj,

v razvojni fazi, delata oba sistema tako, da lahko podatke, ki jih dobimo iz alfanumerične podatkovne baze, takoj vpišemo na sosednjem zaslonu in dobimo tudi ustrezne grafične podatke in nasprotno.

Koncept uporabnikov grafične podatkovne baze je zasnovan na tako imenovanih grafičnih delovnih postajah, ki jih sestavljajo samostojne interaktivne postaje CAD srednjega kakovostnega razreda. Izbrali so sistem IGOS, ki ga sestavljajo grafični terminal v 16 barvah, visoka ločljivost, alfanumerični zaslon in 80 MB lokalnega spomina na disku. Postaja deluje samostojno (off-line). Možna je izmenjava podatkov s prenosnimi diski in tudi povezava na matični računalnik. Ena takšna postaja stane 150.000,0 Hfl.

Uporaba velikih kakovostnih interaktivnih grafičnih sistemov se v operativni ni obnesla. Preizkusili so tudi uporabo vrhunske opreme CAD tvrdke Intergraph. Takšen sistem stane 1.250.000,0 Hfl in ga uporabljajo samo za razvojne in raziskovalne namene.

Uporaba podatkov in delo na alfanumeričnih in grafičnih podatkovnih postajah je zasnovano na principu delovnih datotek, ki obsegajo približno 40 MB podatkov. Takšne delovne datoteke se dajejo uporabniku na magnetnem traku ali na prenosnem disku. Priprava takšne datoteke zahteva ob današnji tehnologiji 4 do 5 ur procesiranja.

Celotne investicije v gradnjo grafične podatkovne baze znašajo 1.300.000,0 Hfl na leto. Razmerje med stroški za opremo grafične podatkovne baze in digitalizacijo grafičnih podatkov je še večje kot pri alfanumerični podatkovni bazi in znaša že približno 1:4. Zaradi avtomatizacije se predpostavlja dvoodstotno letno zmanjševanje števil zaposlenih. Pri poprejšnjih predvidevanjih uporabe in velikosti grafične podatkovne baze iz leta 1983 za obdobje 1985/90 so ušteli zaradi skokovitega razvoja računalništva in zlasti zaradi pocenitve in neslutene povečane uporabe osebnih mikro računalnikov.

O velikosti in produkciji grafične podatkovne baze lahko navedemo le grobe cenitve, ki temeljijo na nekaterih izkušnjah iz poizkusnih projektov in predvidevanjih. Predvideva se, da bo uporaba grafične podatkovne baze udeležena v osrednjem uradu z 20 % vseh del in v katastrskih uradnih v središčih provinc s 50 % vseh del. Letna grafična produkcija avtomatičnega GKI sistema bo po predvidevanjih 1000 osnovnih topografskih kart, 3000 katastrskih kart in še 400 kart za konsolidacijske projekte. Na podlagi rezultatov preizkusov se predvideva 500 KB potrebnega spomina za karto v merilu 1:1000 in z dimenzijami 1,0 x 0,5 metra, kar je občutno prenizka ocena. Torej je potrebnih za opravljanje osnovnih dejavnosti grafične podatkovne baze vsaj 4,5 GB sekundarnega delovnega spomina.

Temu je treba dodati še dodatnih 10 % spominskih zmogljivosti, potrebnih za normalno ažuriranje tako velike podatkovne baze. Predvideva se 100.000,0 katastrskih sprememb na leto in 1.000.000,0 sprememb, povezanih z lastniki. Osnovne topografske karte se ažurirale vsako drugo leto, kar pomeni dodatnih 20 % sprememb na vsaki karti. Za vključevanje podatkov terenskih geodetskih izmer je po izkušnjah iz obdobja 1976/86 potrebnih še dodatnih 0,7 MB spominskih zmogljivosti. Končajmo s končno napovedjo velikosti celotne grafične podatkovne baze, ki znaša 5,5 - 6,0 GB delovnega spomina.

Naj za konec zapišemo še tole sklepno misel: "Brez dvoma se bodo pojavili računalniki, ki bodo z lahkoto obvladovali tolikšno količino podatkov. Razvoj bo prinesel tudi takšne računalnike, ki bodo sposobni procesirati tako velike alfanumerične in grafične podatkovne baze skupaj za neko razumno ekonomsko ceno. Morda smo se slabo odločili, vendar pa menimo, če ne bi začeli, se ne bi nikoli naučili. Razvoj je tako hiter, da morate tudi vi začeti, brž ko bo mogoče, samo da se učite, spoznavate, raziskujete in privajate novim in novim tehnologijam, ki prihajajo".